r 260 c
12 ex

MÉMOIRES
DU
MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SERIE

Série A, Zoologie

TOME LXI

FASCICULE 2

A. DALMASSO

ETUDE ANATOMIQUE ET TAXONOMIQUE DES GENRES XIPHINEMA, LONGIDORUS ET PARALONGIDORUS

(Nematoda : Dorylaimidae)

PARIS

EDITIONS DU MUSEUM

38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (V°)

—

1969

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Série A. Zoologie. Tome LXI. Fascicule 2. — 1969

ETUDE ANATOMIQUE ET TAXONOMIQUE DES GENRES XIPHINEMA, LONGIDORUS ET PARALONGIDORUS

(Nematoda : Dorylaimidae)

par

A. DALMASSO

Station de Recherches sur les Nématodes, I.N.R.A.,
Centre de Recherches Agronomiques de Provence, 06 - Antibes

I. — MORPHOLOGIE ET ANATOMIE

Les nématodes appartenant aux genres *Xiphinema, Longidorus* et *Paralongidorus* sont vermiformes à tous les stades de leur développement et il n'existe pas de différences majeures entre les adultes et chacun des stades larvaires, si ce n'est la taille et quelques détails anatomiques peu apparents.

Avec un œil exercé à ce groupe, il est aisé de distinguer à la loupe binoculaire les larves des adultes en raison de l'existence chez ces derniers d'organes reproducteurs développés et d'un seul odontostyle. Les larves possèdent en effet un odontostyle supplémentaire, logé plus postérieurement dans la paroi de l'œsophage, qui vient remplacer le premier rejeté lors de la mue. (L'odontostyle est une pièce métastomiale utilisée par le nématode pour perforer les racines des végétaux).

Le premier stade peut être également séparé de façon indubitable des quatre autres par la position rapprochée de ses deux odontostyles alors que ceux-ci sont nettement distants, chez les stades II, III et IV (fig. 1).

Enfin nous verrons plus loin qu'il est également possible de distinguer l'âge du nématode soit par la structure de la queue, soit encore par des caractères biométriques, mais cela nécessite alors une observation très minutieuse.

Les *Xiphinema, Longidorus* et *Paralongidorus* se rangent parmi les plus grands nématodes phytophages. A titre d'exemple, on peut citer : — parmi les plus petites espèces du groupe : *Xiphinema americanum*, avec une taille de 1,8 mm environ chez l'adulte, et *Longidorus laevicapitatus* Williams, 1959, avec 2,5 mm, — et parmi les plus grandes, *Paralongidorus maximus* (Butschli, 1874) Siddiqi, 1964, et *Longidorus macrosoma* Hooper, 1961, qui atteignent et dépassent 10 mm.

La reproduction est souvent parthénogénétique, dans ce cas le mâle est rare, et même inconnu chez de nombreuses espèces. Le dimorphisme sexuel est réduit à quelques caractères somatiques primaires ou accessoires ; ainsi l'habitus du mâle (silhouette du nématode relaxé) est légèrement différent de celui de la femelle ; mais ces variations liées au sexe restent très limitées.

Parmi les caractères généraux des *Xiphinema* et *Longidorus*, on doit signaler la forme remarquable des œufs ainsi que leur grande taille qui permettent de les reconnaître

Source : MNHN, Paris

aisément parmi ceux des autres nématodes. Ces œufs sont cylindriques, 4 à 5 fois plus longs que larges et arrondis aux extrémités : chez *Xiphinema index* Thorne & Allen, 1950, dont la femelle mesure 3 mm, l'œuf atteint déjà 250 µ.

A — LA CUTICULE

Le revêtement externe, ou cuticule, a comme chez les autres nématodes à la fois un rôle de protection et un rôle respiratoire encore mal connu.

La cuticule est constituée de plusieurs couches, de 2 à 4 selon les espèces et selon les données de la littérature. En fait 4 zones ont toujours été observées chez les grandes espèces où l'épaisseur de la cuticule favorise l'observation.

Récemment le microscope électronique a permis de préciser avec beaucoup plus de finesse la structure de la cuticule. Wright, 1965, relève chez *X. index* l'existence de 4 zones ; la première consiste en une pellicule externe très dense, la seconde plus profonde est granuleuse et épaisse, interrompue à intervalles assez réguliers par de profondes stries transversales. Cette structure granuleuse se perd à sa base sur une couche renfermant de petits éléments alternativement sombres et clairs. La troisième, fibreuse, est composée de deux couches nettement différenciées et enfin une zone plus interne est intimement soudée à l'hypoderme, générateur de la cuticule. Cette dernière zone est stratifiée et, selon l'auteur, le nombre de strates serait en rapport avec l'âge de l'individu.

Le revêtement des *Xiphinema* semble lisse vu à faible grossissement ; il apparaît par contre finement strié en profondeur et transversalement à l'observation microscopique (avec un grossissement de 400 × à 1200 × selon les espèces). Il pénètre à l'intérieur du corps au niveau des orifices naturels mais alors sa structure se modifie. Wright signale ainsi que le stoma de *X. index* est tapissé par deux types différents de cuticule.

Antérieurement au guide celle-ci rappelle plus ou moins la zone interne précédente, mais elle récupère les autres couches au voisinage de l'ouverture orale. Par contre la cuticule qui est située après le guide est beaucoup plus mince. Nous reviendrons sur ce point lorsque nous aborderons l'anatomie de la cavité buccale.

La cuticule qui constitue le revêtement extérieur n'a pas la même épaisseur sur toute la longueur du corps. Ce changement affecte essentiellement la zone la plus interne qui est plus épaisse dans la partie antérieure du corps et surtout au niveau de la queue ; les couches externes demeurent, quant à elles, assez uniformes. Chez certaines espèces et notamment chez le genre *Xiphinema*, l'épaississement de la cuticule interne s'exagère à l'extrémité de la queue et donne naissance à un « mucron ». La striation qui s'estompe parfois en regard du mucron fait apparaître celui-ci comme une sorte de canal obturé à l'extrémité distale par la cuticule externe ; par ailleurs certaines couches moyennes s'estompent au niveau de cet appendice. La forme et la structure de ce mucron chez les femelles sont utilisées en taxonomie.

Lorsque le mucron est bien prononcé et atteint ou dépasse une longueur de 3 à 4 µ on remarque l'absence de toute striation profonde sur la cuticule qui lui est sous-jacente ; c'est le cas de *X. index* Thorne & Allen, 1950, de *X. diversicaudatum* (Micoletzky, 1923 & 1927) Thorne, 1939 et de *X. coxi* Tarjan, 1964. Chez d'autres espèces où il se réduit à une petite bosse, comme *X. vuittenezi* Luc & *al.*, 1964, on remarque alors que l'absence de striation se limite au centre du mucron lui-même où elle disparaît d'ailleurs très progressivement. Enfin l'appendice caudal peut manquer complètement ; on constate alors que les striations ne sont pas interrompues à l'extrémité de la queue ; on trouve cela de façon constante chez *X. pyrenaïcum* n. sp. et chez *X. index* ou *X. diversicaudatum* où il arrive parfois que le mucron fasse défaut (accident lors de la mue).

La forme même du mucron est souvent caractéristique. Chez *X. index* le mucron est moyen, vaguement conique car il s'amincit lentement de son début jusqu'à sa pointe, son insertion est large et il se distingue ainsi de celui de *X. diversicaudatum*, qui est beaucoup plus variable (ce qui est à l'origine du nom de l'espèce). Là, il est pratique-

Source : MNHN, Paris

ment aussi large à sa base qu'à son extrémité, mais il peut être long ou court et mince ou massif ; son insertion est, par ailleurs, plus nette que celle de *X. index*.

Le mucron de *X. vuittenezi* est réduit à une petite bosse arrondie alors que celui de *X. neovuittenezi* n. sp. est plutôt une bosse aplatie, enfin chez *X. pyrenaïcum* n. sp. il demeure interne et embryonnaire (fig. 3).

Il ne faut pas confondre la forme du mucron avec celle de l'ensemble de la queue. En effet des queues à contour identique peuvent porter des mucrons très différents et inversement.

Enfin le mucron est surtout l'apanage du genre *Xiphinema* ; on le connaît cependant sous des formes très élémentaires chez les premiers stades larvaires de certains *Longidorus : L. macrosoma* et *L. goodeyi* Hooper, 1961, par exemple.

Il faut rappeler que la cuticule est peu extensible et que l'animal mue normalement 4 fois au cours de sa vie. Le phénomène commence par la région caudale et la partie antérieure du corps où l'on peut observer une double enveloppe. Le nématode édifie entièrement sa future cuticule à l'abri de la précédente. Il se débarrasse de l'exuvie lors de la reprise d'activité qui suit la mue.

B — L'HYPODERME, LES CORDES ET LE PSEUDOCŒLOME

C'est l'hypoderme qui sécrète la cuticule ; il tapisse intérieurement celle-ci d'une mince pellicule partout où elle existe. Les noyaux de ses cellules sont groupés sur une ou plusieurs files, ventralement, dorsalement et latéralement dans des épaississements, toujours bien visibles chez les *Xiphinema* et les *Longidorus*, qui portent le nom de « cordes ». Ces structures, s'étendant tout le long du corps, permettent de déterminer la position exacte des différentes parties du nématode quand on l'observe. Les repères permanents sont particulièrement utiles chez ces formes très longues qui présentent toujours des distorsions importantes (sur le vivant comme dans les montages).

Il y a donc en bref : un hypoderme externe sous cuticulaire, un hypoderme interne lié au tube digestif, quatre cordes longitudinales et quelques annexes. Les tissus hypodermiques sont limités dans la cavité pseudocoelomique par de fines membranes non visibles par les moyens optiques normaux.

Wright, dans son étude au microscope électronique, décrit les hypodermes de *Xiphinema index* d'après des séries de coupes. Il constate que l'hypoderme interne conserve quelques liaisons avec les cordes jusqu'à la base de l'odontostyle. On trouve, en outre dans la région céphalique, au voisinage des amphides quatre expansions supplémentaires de tissu hypodermique, situées en position submédiane, et logées entre les muscles somatiques, la cuticule du stoma et les terminaisons des protracteurs du stylet.

L'hypoderme périphérique est composé des quatre cordes principales (ventrale, dorsale et latérales) qui forment, dans cette zone et à l'avant de l'anneau nerveux, une gaine continue autour du stoma ; plus postérieurement ces cordes s'individualisent progressivement. De plus quatre autres cordes submédianes internes et anuclées s'étendent également entre le guide et la fin de l'œsophage. Enfin, près du bulbe, existe une masse hypodermique lobée volumineuse logée entre les cordes ventrale, latérales et le tube digestif. La présence d'un lobe hypodermique, situé ventralement, au-dessus du bulbe, a peu retenu l'attention des observateurs, bien qu'il soit aisément visible avec un microscope normal (pl. 1, 1). Ces formations sont présentes chez toutes les espèces du groupe, mais on ignore encore leur fonction exacte qui, d'après la nature des tissus, est probablement sécrétrice et peut-être hormonale.

Les structures hypodermiques sont beaucoup plus simples et plus constantes dans le reste du corps que dans sa partie antérieure. On y retrouve les quatre cordes principales. Les deux latérales sont les plus développées ; elles conservent leur largeur jusqu'à la queue où elles ont même tendance à s'étaler. Les cordes dorsales et ventrales sont très minces et se réduisent à de fins capillaires dans leur partie postérieure.

On voit mieux les cordes quand le nématode est à jeun : on peut alors observer des vacuoles plus ou moins grandes. Roggen, en 1966, a montré, chez *Xiphinema index*, que

Source : MNHN, Paris

ces vacuoles étaient liées à la tonicité du milieu ; celles-ci sont plus nombreuses et plus étendues en milieu hypotonique et inversement elles diminuent lorsque l'on augmente la concentration de la solution. Les lobes hypodermiques auraient un rôle dans l'élaboration du liquide cavitaire et seraient à l'origine de la régulation de la pression interne.

L'étude histologique des cordes présente des difficultés techniques et elle n'a été que peu développée. On observe néanmoins des différences selon les genres et les espéces.

Chez certains *Xiphinema*, les noyaux des cellules sont gros, granuleux et ovales (fig. 2), de fins conduits traversent la corde et se terminent à l'extérieur par de petits pores. Ces derniers sont d'autant plus nombreux que la corde est plus volumineuse à ce niveau. Il existe ainsi latéralement, ventralement et dorsalement une à trois lignes de pores disposées de façon plus ou moins régulière. On retrouve pour les *Longidorus* et *Paralongidorus* une structure analogue. Il semble toutefois que chez certaines espéces ces formations aient un caractére plus original assez proche des « organes latéraux » des *Discolaimidae* (se reporter plus loin aux descriptions de *L. juvenilis* n. sp., et de *X. rivesi* n. sp.).

C — LA MUSCULATURE SOMATIQUE

C'est le « squelette » du nématode ; il est constitué par les quatre bandes musculaires longitudinales intercalées entre les cordes principales. Leur importance relative et leur disposition déterminent la position que prend l'animal mort ou au repos ; c'est l'« habitus ».

D — LE TUBE DIGESTIF

Logé dans le pseudocoelome, il comprend deux régions principales ; l'une œsophagienne et l'autre intestinale. La digestion est probablement, au moins partiellement, externe ; la ponction dans la cellule végétale s'effectue par l'intermédiaire du stylet qui, bien que semblable en apparence à celui des *Tylenchida*, en est assez fondamentalement différent. Ce stylet est rigide et ne permet que l'ingestion de substances plus ou moins fluides et aisément assimilables. A ce stylet fait suite l'œsophage proprement dit qui est un long conduit débouchant dans un bulbe musculo-glandulaire. La fonction de ce dernier est double, comme l'indique sa dénomination ; il élabore les sucs digestifs grâce à trois noyaux sécréteurs et il constitue d'autre part, par sa musculature, une pompe refoulante ou aspirante, selon les besoins. Un cardia assez prononcé sépare la partie œsophagienne de la partie intestinale. Le rôle de l'intestin semble être essentiellement de stocker des réserves et d'évacuer des décbets. Un rectum terminal aboutit à un anus ventral.

1) La région œsophagienne

a) Le stoma

Il est bien développé chez les *Xiphinema* et chez les *Longidorus* ; en effet, si le vestibule est assez insignifiant, les autres parties sont trés étendues car elles englobent notamment le stylet et son guide. Ces structures ont déjà été décrites, de façon très détaillée, par Coomans et De Coninck (1963 & 1964).

Le guide.

Il s'agit d'une gaine membraneuse, souple, plus ou moins tubulaire dont une des extrémités est ancrée circulairement dans la paroi buccale alors que l'autre vient se souder de la même maniére à la base du stylet, mais de façon généralement peu discernable.

La nature du guide des *Xiphinema* a déjà été précisée dans la description de la cuticule. Il dériverait selon Coomans (1963) des pro et mesorhabdions.

Source : MNHN, Paris

Chez les *Longidorus* et chez les *Paralongidorus*, le point d'attache du guide dans la paroi est presque toujours en position très antérieure ; chez les *Xiphinema*, au contraire, il est en retrait et on peut observer en outre autour de l'odontostyle une fixation parfaitement visible dont on ne peut préciser le caractère réetlement terminat ou intermédiaire avec un tube plus tong, mais indiscernabte, se prolongeant jusqu'à la base du stylet. Ainsi chez ce genre le guide apparaît comme un tube soupte, plus ou moins extensibte, et invaginable (fig. 1).

Du point de vue évotutif, le caractère important et distinctif réside essentiellement dans la position du grand anneau antérieur et du niveau de la fixation sur le stylet.

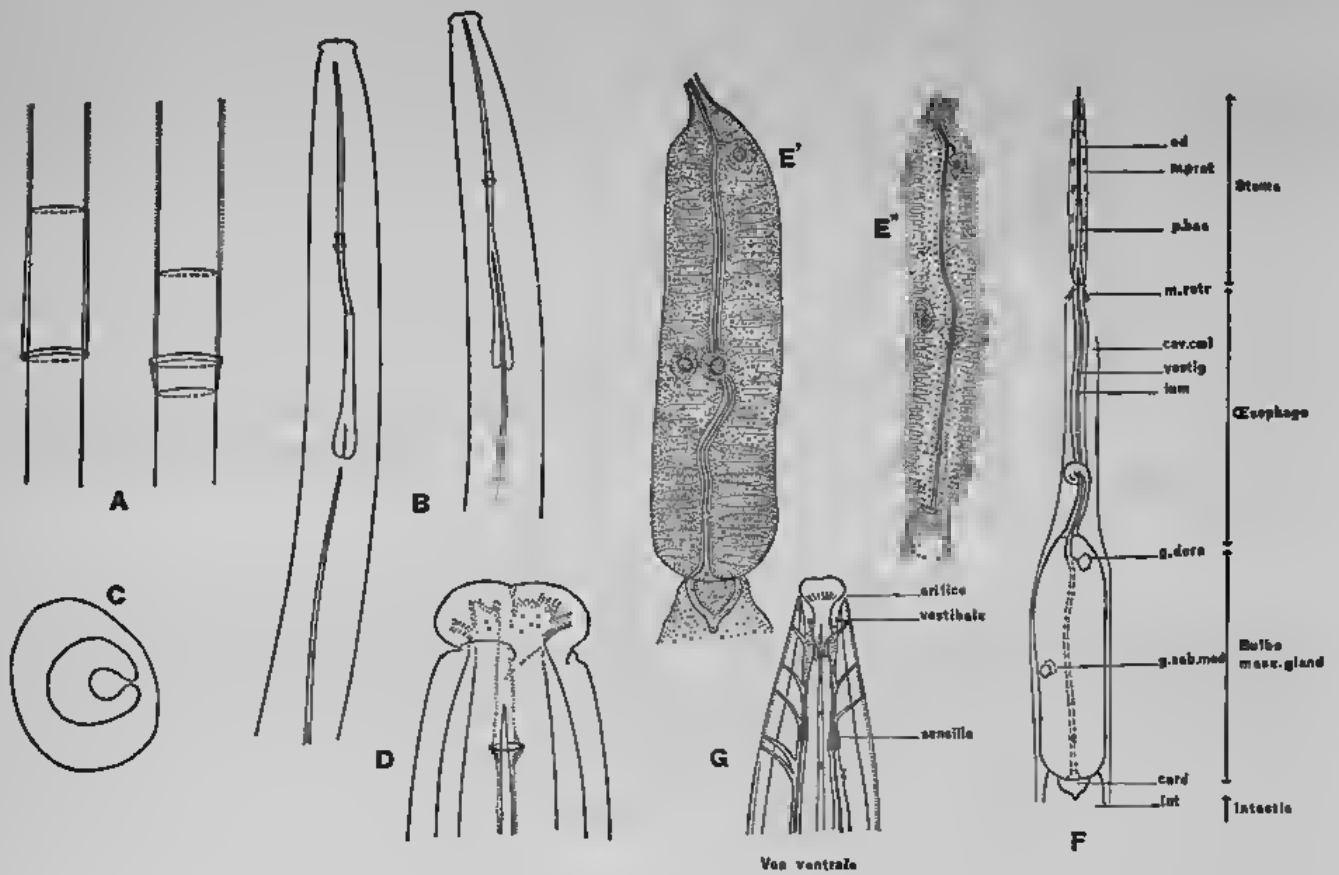


FIG. 1. — A : Schéma montrant la structure du guide chez les *Xiphinema* ; B : Positions respectives des odontostyles chez le second et le premier stades larvaires de l'espèce méditerranéenne du groupe *X. americanum* (× 700) ; C : Coupe schématique d'un odontostyle ; D : Aspect du guide chez un *Paralongidorus* ; E' et E" : Bulbe de *X. index* et bulbe de *L. juvenilis* n. sp. (chez deux femelles sensiblement de même taille) (× 635) ; F : Schéma de la partie antérieure du tube digestif d'un *Xiphinema* ; G : Système amphidial de *X. index* (× 465).

Le stylet.

Le stylet des *Xiphinema* et des *Longidorus* se compose de deux parties essentielles : « l'odontostyle » et « la partie basale ».

L'odontostyle est la partie la plus rigide du stytet, it est élaboré par une seule cellule située dans la paroi de l'œsophage (THORNE, 1939) et il s'agit d'une structure métastomiale (COOMANS, 1963).

Cette cellule est d'origine ectodermique et l'odontostyle doit être assimité à un appendice cuticulaire. La formation et te remplacement de cette pièce ont déjà fait l'objet de maintes observations. On sait ainsi que tes larves en possèdent deux : le premier, engagé dans le stoma, est fonctionnel, quant au second, situé plus bas dans l'œsophage, il remplace le premier torsque celui-ci est rejeté lors de la mue. On remarque trois odontostyles chez les individus en train de muer. A chaque mue, en effet, un nouvel odontostyte est élaboré tandis que l'odontostyte de remplacement succède à l'odontostyte fonctionnel attaché à

Source : MNHN, Paris

la cutícule. Comme cela a déjà été indiqué les larves du premier stade se distinguent de celles des autres stades par la position avancée du deuxiéme odontostyle.

Cbez les adultes, t'odontostyle unique est définitif, te second est arrêté dés le début de son élaboration et n'est représenté que par une petite pointe logée dans la paroi de l'œsophage : le « vestigium ».

Cependant, s'it est généralement admis que les femelles de *Xiphinema* n'ont qu'un seul odontostyle, nous avons trouvé dans un vignoble du midi de la France (Lespignan, Hérault) une population appartenant à l'espèce méditerranéenne du groupe *X. americanum* dont certaines femelles possèdent deux odontostyles de la même maniére que les larves des deuxiéme, troisiéme et quatrième stades (Dalmasso, 1967) (pl. 1, 2).

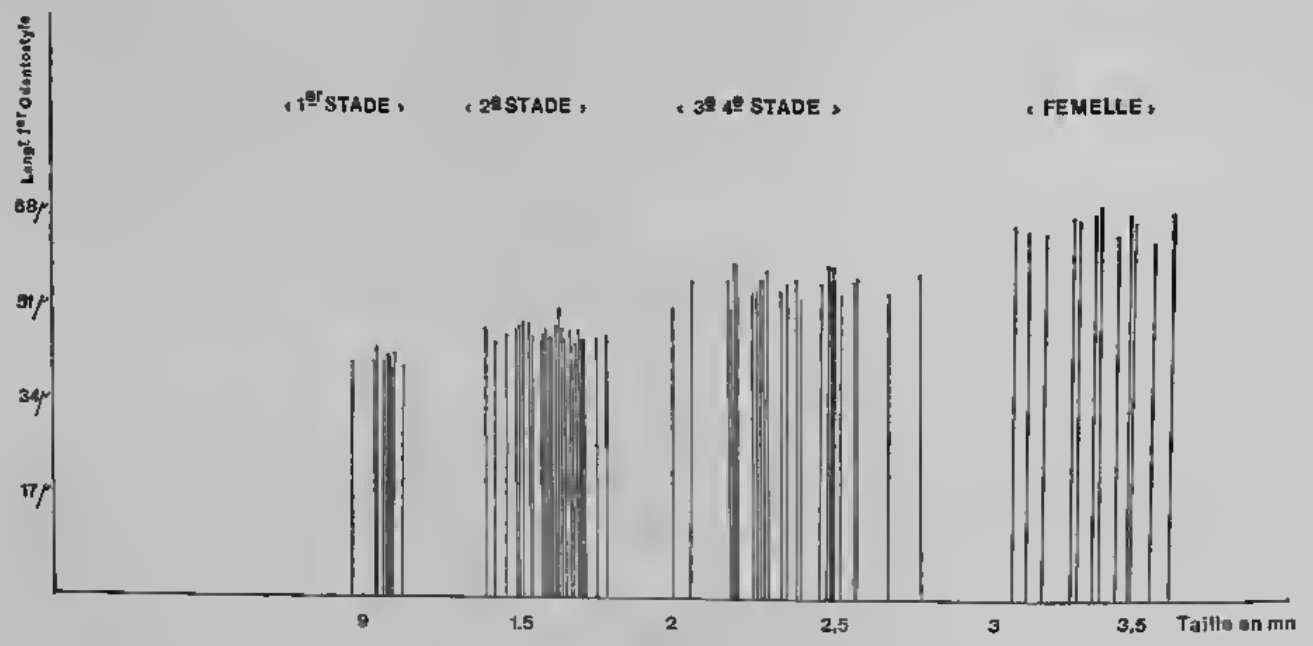
L'odontostyle, dont la longueur varie selon le stade, peut atteindre chez les adultes de certaines espéces jusqu'á 150 µ. Il s'agit d'une sorte de gouttiére assez rigide (fig. 1) ; il est cependant flexible. Il est ouvert sur tout le côté dorsal et son diamétre intérieur est de t'ordre de 0,5 µ.

La dimension des odontostyles peut être utitisée pour l'identification du stade. Voici un exemple provenant de l'étude d'une poputation de *X. americanum* (espèce méditerranéenne) oú tes catégories ont été établies sur plus de 5.000 mensurations.

Stades biologiques	Dimensions du premier et deuxième odontostyles			
1er stade	31-45 µ 1er et 2e odon. rapprochés	42-53 µ		
2e stade		39-53 µ	49-67 µ	
3e stade			49-67 µ	62-81 µ
4e stade				62-81 µ 76-104 µ
Femelles et mâles				76-104 µ

N. B. — La localité d'origine est Cagnes-sur-Mer (Alpes-Maritimes).

Le premier intervalle se rapporte au premier odontostyle et le deuxième au second. Ces résultats sont dans l'ensemble applicables aux populations de cette espèce mais des écarts sont possibles et même probables surtout chez les populations trouvées dans les biotopes lointains.



Graphique 1

Il n'est pas toujours aisé de distinguer les stades par ce moyen. Le graphique 1 nous montre que la séparation entre les 3e et 4e stades de *L. juvenilis* n. sp. (voir description plus toin) á t'aide de la taille et de l'odontostyle n'est pas toujours praticable.

Source : MNHN, Paris

Il faut encore signaler que la liaison entre l'odontostyle et la partie basale offre des variations non négligeables ; indentations émoussées chez les *Xiphinema* et suture lisse chez les *Longidorus* (voir plus loin).

La partie basale du stylet est de structure différente bien que sa composition présente de nombreuses affinités avec l'odontostyle dont elle constitue le prolongement naturel. Assez simple dans sa portion antérieure, elle se complique ensuite, surtout chez les *Xiphinema* où elle est flanquée de trois « ailettes » : une dorsale et deux ventro sub-médianes. Ceci confère au stylet des *Xiphinema* un aspect plus massif que celui des *Longidorus* ou des *Paralongidorus*.

La musculature du stoma et du stylet.

A l'entrée de la cavité buccale, et commandant l'ouverture ou la fermeture de cet orifice, on trouve une série de muscles disposés radialement que Coomans (1963) nomme les « *dilatatores buccae* ». Chez les *Xiphinema*, on peut les apercevoir dans les deux tiers postérieurs de la zone comprise entre le guide et l'apex ; chez les *Longidorus*, ils sont plus petits et placés très en avant.

Le mouvement du stylet et sa pénétration dans les tissus végétaux résultent du jeu de muscles protracteurs et rétracteurs.

Les protracteurs du stylet s'allongent le long de l'odontostyle en huit bandes que l'on ne peut voir que sur des coupes transversales. Ils s'insèrent sur l'avant du stoma et, à la base du stylet, leur contraction entraîne la sortie de celui-ci.

Les muscles rétracteurs ne sont pas visibles chez les *Xiphinema*, toutefois Wright, 1963, a pu les observer au microscope électronique. Ils comprennent trois à quatre éléments qui apparaissent sous le stylet et rejoignent les cordes latérales au début du bulbe.

b) L'œsophage

C'est un long tube musculaire, plus ou moins contourné qui, partant de la base du stylet, débouche dans le bulbe musculo-glandulaire. Intérieurement il est tapissé par un revêtement cuticulaire. Wright a pu observer que cette cuticule comprend au moins deux couches chez *X. index*. On peut remarquer, par dissection de cette partie du tube digestif, que cette même structure se prolonge à l'intérieur du bulbe jusqu'au niveau du débouché de la glande dorsale logée dans celui-ci.

La cuticule interne est reliée à la membrane délimitant la paroi externe par des muscles radiaux. C'est dans l'œsophage que l'on trouve l'odontostyle de remplacement des larves et le vestigium des adultes. L'odontostyle de remplacement élaboré dans la paroi de l'œsophage n'a aucun contact avec la nourriture, si bien qu'après chaque mue c'est un stylet entièrement vierge qui est utilisé par le nématode.

On a coutume, à tort, de désigner comme l'œsophage toute la partie du tube digestif comprise à l'avant du cardia, cette dénomination arbitraire est impropre car elle couvre plusieurs organes très différents aussi bien dans leur structure que dans leurs fonctions. Nous pensons qu'il est plus approprié de réserver cette appellation uniquement à la partie s'étendant de la base du stylet au voisinage du débouché de la glande dorsale.

c) Le bulbe musculo-glandulaire

Le bulbe est plus ou moins cylindrique, beaucoup plus large que l'œsophage (pl. I, 3). Son individualité est assurée par une gaine musculaire mince qui, selon Wright, se compose de trois cellules que l'on retrouve à tous les niveaux de la coupe chez *X. index*.

Le bulbe est constitué normalement de trois masses musculo-glandulaires : une dorsale et deux subventrales. Celles-ci contiennent des fibres musculaires radiales et renferment chacune un noyau glandulaire qui déverse ses produits dans la lumière centrale du tube digestif par un petit canal dont le trajet transverse est pratiquement direct. Dans la partie postérieure des deux éléments subventraux, on peut aussi observer au micros-

Source : MNHN, Paris

cope optique dans la lumière du bulbe deux débouchés supplémentaires, probablement non fonctionnels.

Ainsi le bulbe est un organe relativement simple dans son ensemble, il n'est formé, comme cela est fréquent chez les nématodes, que par un nombre trés réduit de grandes cellules á rôles multiples.

Le bulbe des *Longidorus* apparaît plus élancé que celui des *Xiphinema* (fig. 1). En effet le diamétre de cet organe est nettement inférieur chez les *Longidorus*, et sa longueur également plus faible.

2) La région intestinale

Un puissant cardia, sans caractéres particuliers, commande le passage œsopbago-intestinal. L'intestin qui lui fait suite est un long conduit cylindrique, droit, trés fragile, atteignant presque l'extrémité postérieure de l'animal. La cavité interne est peu discernable, l'aspect varie beaucoup selon l'état d'activité de l'organe. L'intestin est formé de cellules épithéliales volumineuses de type pavimenteux reposant uniquement sur des éléments conjonctifs de la cavité générale. L'intestin s'amincit vers son extrémité distale et se transforme en prérectum puis en rectum. La structure des cellules du prérectum est sensiblement différente, selon WRIGHT, de celle du rectum. La fente anale transverse, peut atteindre 5 µ cbez les adultes des grandes espèces. Par contre elle est souvent trés petite et difficile à discerner chez les larves du premier stade. Chez les mâles, enfin, l'anus est un cloaque. On n'observe aucune variation dans l'anatomie de l'intestin des diverses espèces appartenant aux trois genres étudiés.

3) Discussion sur l'anatomie du tube digestif

Les différences les plus marquantes entre les genres et entre les espèces intéressent essentiellement le stoma (stylet et annexes). La situation du guide est déterminante par le dispositif anatomique qu'elle implique. On ne connaît pas de type transitoire parmi les espèces françaises ; le guide est soit nettement antérieur, chez les *Longidorus* et les *Paralongidorus*, soit postérieur, chez les *Xiphinema*. Mais il existe, ailleurs, des formes intermédiaires ; chez le groupe *L. brevicaudatus* (Schuurmans Stekhoven, 1951) Thorne, 1961, ou cbez *P. xiphinemoïdes* Heyns, 1965, le guide est postérieur.

Il en est de même pour la structure du stylet oú les variations sont souvent trés intéressantes sur le plan de la pbylogénie, ainsi on constate que les *Paralongidorus* ont une partie basale sensiblement mieux développée que celle des *Longidorus*. Par contre il ne faut pas attacher trop d'importance aux dimensions de ce même organe car elles changent souvent de façon trés appréciable d'une population á l'autre.

Il existe encore quelques différences dans la structure ou la forme du bulbe musculo-glandulaire, mais les distinctions génériques disparaissent au niveau de l'intestin.

Ainsi les variations évolutives les plus notables se rencontrent surtout dans la région antérieure et se perdent au fur et á mesure que l'on descend dans le tube digestif, c'est-á-dire que l'on s'éloigne du point de contact avec la plante bôte.

E — LE SYSTEME EXCRETEUR

Comme chez la plupart des *Dorylaimida*, la fonction excrétrice des *Xiphinema* et des *Longidorus* est mal connue. Rappelons que chez les *Tylenchida*, le système excréteur est formé par une ou deux cellules aboutissant à un pore ventral situé au niveau du bulbe musculaire. Chez certains on trouve un long canal longitudinal enfermé dans une des cordes latérales. Chez les *Rhabditidae* et *Ascarididae*, chacune de ces cordes renferme un tel tube (système en H). Sauf peut-être chez quelques espèces, ces struc-

Source : MNHN, Paris

tures n'existent pas chez les *Dorylaimido*. Par contre, de nombreux genres, dont les *Longidorus* et les *Xiphinemo* possèdent dans les 4 cordes extérieures des cellules à gros noyau entouré d'un mince cytoplasme et des pores. Si la densité varie selon les espèces, le nombre de ces pores croît aussi avec la taille de l'individu. Les adultes de *Paralongidorus moximus* en ont ainsi plus de 700 logés principalement le long des cordes latérales. Ces formations sont particulièrement bien visibles chez cette espèce où de grosses cellules d'aspect hyalin contrastent avec le contenu des cellules environnantes de la corde ; ces éléments environnés dans la corde de noyaux très granuleux paraissent être le siège d'une intense activité de transformation et peut-être de phagocytose. Autour de l'orifice extérieur on observe des concrétions et même des altérations circulaires de la cuticule qui se réduisent lorsqu'on s'éloigne du pore.

Chez certains *Longidorus*, où les cordes sont moins larges, ces formations sont alignées sur une seule file rappelant, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, les organes latéraux des *Discoloimidoe*. Chez la plupart des *Xiphinema*, elles ne semblent par contre jamais atteindre un tel développement bien que les pores soient souvent très nombreux. On retrouve toutefois une telle structure chez quelques espèces de ce genre. On ne connaît pas d'autres organes capables d'intervenir dans l'excrétion chez ces nématodes et on ne sait encore que peu de chose sur le rythme de fonctionnement du système décrit ; toutefois, il représente, par sa seule présence, une étape importante du développement phylogénique des *Dorylaimides*.

F — LE SYSTEME NERVEUX ET LES ORGANES SENSORIELS

1) L'anneau nerveux

Le système nerveux des *Xiphinemo* et *Longidorus* ne diffère pas de celui de la plupart des nématodes édaphiques ou limniques ; on n'en distingue qu'un collier périœsophagien. Les filets nerveux sont trop fins pour pouvoir être observés bien qu'ils se ramifient dans l'ensemble du corps et notamment dans les organes sensoriels, amphides, papilles céphaliques, papilles supplémentaires du mâle, etc...

D'après certains auteurs (Goodey & Hooper, 1963), l'anneau nerveux serait double chez les *Xiphinema*, *Longidorus* et *Paralongidorus*. Ils l'ont constaté pour *X. index*, *X. diversicoudatum*, *L. elongotus* et *P. maximus* ; le premier anneau serait associé à l'hémizonide et le second à l'hémizonion. Ce deuxième anneau n'est en fait visible que chez les spécimens vivants ou fixés de façon parfaite.

2) L'hémizonide et l'hémizonion

Situés, pour chaque espèce, à des distances presque constantes par rapport à l'apex, ils se trouvent en position médioventrale juste sous la cuticule. On observe le départ des fibres nerveuses les reliant aux anneaux périœsophagiens.

L'hémizonide apparaît comme une lentille réfringente qui, lorsque la fixation est réalisée au FA 4/10, peut gonfler légèrement la cuticule adjacente. Beaucoup d'auteurs s'accordent à penser qu'il s'agit d'une commissure. L'hémizonion est plus petit, il déprime à peine le tissu sous-jacent sans jamais déformer la cuticule elle-même. Il est difficile à voir chez les petites espèces comme *X. omericanum*.

3) Les organes sensoriels

Les *Xiphinemo* et *Longidorus* portent dans la région céphalique les 16 papilles labiales et les deux amphides habituelles (fig. 1).

Les amphides des *Xiphinema* comprennent : l'orifice proprement dit qui est punc-

Source : MNHN, Paris

tiforme et plutôt dorsal, un vestibule où l'on peut discerner des filaments nerveux, un conduit amphidial et un sensilla en forme d'ampoule relié au collier nerveux. Cette structure permet de penser qu'il s'agit bien là d'organes chimiorécepteurs.

Le vestibule amphidial des *Xiphinema* et des *Paralongidorus* a la forme d'un étrier. Celui des *Longidorus* a celle d'un sac à un ou deux lobes. On a cru pendant longtemps que chez les *Xiphinema* l'orifice était une large fente latérale ; WRIGHT a montré tout récemment sur *X. index* que ce n'était qu'une apparence et que l'orifice réel est un point situé à l'extrémité dorsale de cette ligne.

G — L'APPAREIL GENITAL

La larve néonale possède un primordium génital, fusiforme de quelques cellules, visible sur la face ventrale, à peu près à l'endroit où se localisera ultérieurement la vulve de la femelle. Il n'évolue pratiquement pas jusqu'à la fin du quatrième stade ; là il se différencie rapidement et donne soit les deux gonades du mâle soit une ou, le plus souvent, deux gonades femelles.

1) L'appareil génital du mâle

Les mâles des *Longidorus* et des *Xiphinema* ont deux testicules opposés convergeant vers un canal déférent commun qui, longeant le testicule postérieur, puis la partie ventrale des spicules, déverse les spermatozoïdes dans le cloaque. Les deux spicules et quelques organes annexes que l'on aperçoit dans la région anale du nématode sont utilisés lors des différentes phases de la copulation.

a) La gonade proprement dite

Les testicules et leur canal déférent ne présentent pas chez les *Xiphinema* et les *Longidorus* de caractères très particuliers. Par les moyens optiques ordinaires on aperçoit une zone germinale et une zone de maturation. Les spermatozoïdes se présentent sous la forme de petites lentilles réfringentes et non flagellées (fig. 2).

b) Les spicules et les pièces accessoires

Les deux « spicules » sont massifs avec une extrémité distale largement arrondie (fig. 4). Leur superposition rend leur observation délicate et il faut alors recourir à la dissection. Le « gubernaculum » est insignifiant et les « pièces latérales » ou « crura » ne sont développées et nettes que chez certaines espèces (*X. diversicaudatum*, *X. index*...). En raison de la rareté des mâles chez beaucoup d'espèces, ces caractères ne sont pris en considération qu'exceptionnellement en taxonomie.

c) La musculature annexe

Le maintien de la femelle et l'extension des spicules, lors de l'accouplement, expliquent le développement musculaire de la partie postérieure du mâle alors que la femelle ne possède pas de musculature caudale spéciale.

Les « muscles copulateurs », obliques et dirigés ventralement, s'étendent vers l'avant dans toute la zone où l'on trouve les « suppléments ». Chez quelques *Longidorus*, ils s'étendent un peu au-delà de l'anus (*L. macrosoma* ou *L. laevicapitatus*). Les « muscles dilatateurs ani » de la queue, situés juste sous le spicule, sont puissants et transverses dans la partie supérieure de la queue (ils existent aussi chez la femelle mais paraissent

Source : MNHN, Paris

moins développés). Les « muscles rétracteurs » des spicules s'attachent en paire à la tête des spicules et s'épanouissent vers l'avant suivant une direction latéro-dorsale. Les « muscles protracteurs postérieurs » des spicules courent dorsalement le long des spicules et s'ancrent par leur autre extrémité au milieu des muscles somatiques subdorsaux de la queue. Les « muscles protracteurs antérieurs » des spicules relient la tête du spicule aux muscles somatiques à l'avant du cloaque.

d) Les suppléments

Ce sont des glandes espacées, insérées ventralement dans la zone postérieure du nématode et précédant l'anus. Chacune débouche à la surface de la cuticule en formant un petit cône caractéristique. Les deux premières, adanales, sont rapprochées en paire, les autres se placent en une série médioventrale linéaire chez les *Xiphinema* et plus anarchique chez les *Longidorus* et *Paralongidorus*. La distance qui sépare chacun des suppléments s'accroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'orifice génital. Si le nombre de suppléments est plus ou moins variable dans chaque espèce, on voit cependant apparaître une certaine constance à l'échelle du genre. Ainsi chez les *Xiphinema*, compte tenu de la première paire, leur nombre n'atteint pas la dizaine, chiffre qui est presque toujours dépassé chez les *Longidorus* et *Paralongidorus*, à quelques exceptions près.

Tableau indiquant le nombre de papilles supplémentaires chez les mâles de quelques espèces trouvées en France

Xiphinema		*Longidorus* et *Paralongidorus*	
X. italiae Meyl, 1953	1 paire + 1 à 2 s.	*L. laevicapitatus*	1 paire + 6 à 7 s.
X. diversicaudatum	1 paire + 2 à 6 s.	*L. elongatus*	1 paire + 7 à 10 s.
X. index	1 paire + 3 à 5 s.	*L. juvenilis* n. sp.	1 paire + 7 s.
X. vuittenezi	1 paire + 4 à 5 s.	*L. attenuatus*	1 paire + 10 s.
X. neovuittenezi n. sp.	1 paire + 4 à 6 s.	*L. profundorum* Hooper, 1965	1 paire + 10 à 15 s.
X. americanum esp. méditer.	1 paire + 5 à 7 s.	*L. macrosoma*	1 paire + 11 à 19 s.
X. rivesi n. sp.	1 paire + 6 s.	*L. vineacola* Sturhan & Weischer, 1964	1 paire + 14 à 17 s.
		L. caespiticola	1 paire + 15 à 20 s.
		P. maximas	1 paire + 13 à 15 s.

e) Les papilles submédianes

L'ensemble est composé de deux lignes de papilles en position submédiane, d'où le nom. Celles-ci sont beaucoup plus petites que les suppléments et sont par là même souvent difficiles à voir chez les petites espèces.

2) L'appareil génital de la femelle

Toutes les espèces connues en France à ce jour possèdent deux gonades opposées et réfléchies (amphidelphisme). Chaque gonade comprend successivement, de son apex à l'orifice génital, un ovaire, un oviducte, un utérus et le vagin. La vulve est transverse, située ventralement et, à quelques variations près, vers le milieu du corps, 38 à 42 % chez *X. index*, 55 à 60 % chez *X. americanum* espèce méditerranéenne.

Les deux gonades s'étendent ainsi symétriquement de part et d'autre de la vulve et les ovaires sont entièrement logés dans leur partie repliée (voir fig. 2 et pl. II, 5 et 6).

Source : MNHN, Paris

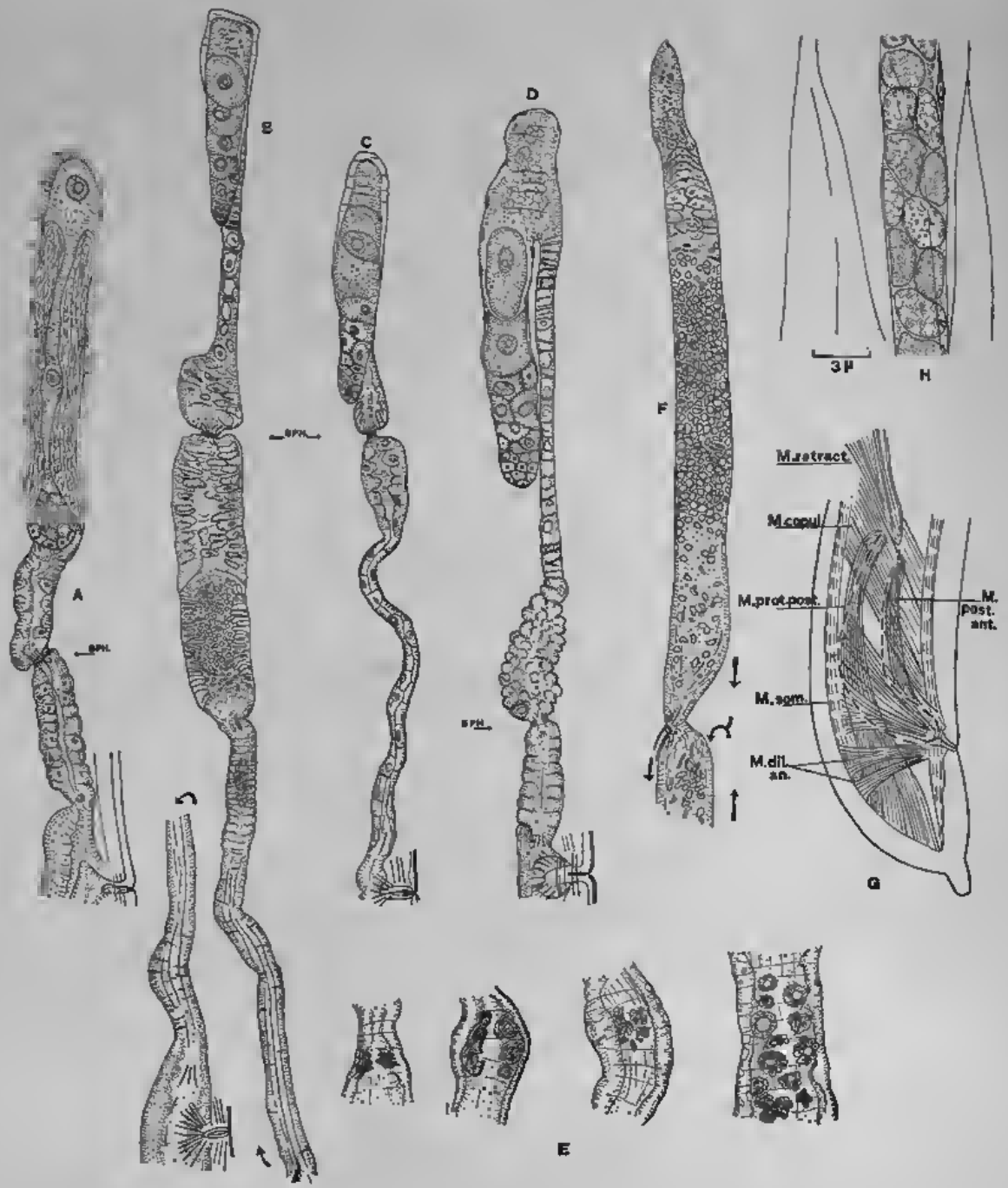


FIG. 2. — Gonades femelles au repos. A : Espèce méditerranéenne du groupe *X. americanum* (× 500) ; B : *X .diversicaudatum* (× 180) ; C : *X .italiae* (× 460)) ; D : *L. laevicapitatus* (× 460) ; E : « Organe Z » (1,2, *X. coxi* ; 3, *X. turcicum* ; 4, *X. diversicaudatum*) (× 460).
Gonade mâle. F : *X. diversicaudatum* (× 570).
Musculature de la queue chez le mâle. G : *X. diversicaudatum* (× 460).
Corde latérale. H : *X. index*.

a) L'OVAIRE

Délimité par une fine membrane, il comprend une « calotte germinative » avec de petites ovogonies placées sur plusieurs rangs (zone de multiplication) puis une zone de maturation qui voit tes ovocytes augmenter de taille et s'empiler sur une file unique. L'ovogénèse n'est pas continue dans les conditions naturettes et les gros ovocytes, chargés de réserves et possédant une envetoppe, ne sont visibles qu'aux périodes de reproduction ; ce qui donne à l'ovaire des dimensions et un aspect variables. tl existe des différences

Source : MNHN, Paris

très notables dans l'histologie de cet organe lorsque l'on considère l'ensemble des espèces de ces trois genres et même, comme nous le verrons plus loin, à l'intérieur d'un même genre.

b) L'oviducte

Les tissus de la gonade deviennent extrêmement extensibles à partir de l'oviducte. Celui-ci se présente de façon relativement uniforme chez les *Longidorus* et les *Xiphinema*. Le début de l'oviducte est une poche assez vaste, terminant la partie repliée de la gonade et formant, en raison de son prolongement non terminal, une sorte de cul-de-sac (pl. II, 8).

Un conduit étroit et de sens inverse, formé de cellules transversales dont la taille correspond sensiblement au diamètre du canal, conduit alors l'ovocyte jusqu'à une poche formée de cellules réparties anarchiquement mais ayant des caractères cytologiques liés aux genres et aux espèces. On y constate chez certains *Longidorus* une accumulation de spermatozoïdes.

c) L'utérus

Sa structure est plus ou moins complexe et varie d'une espèce à l'autre ; il est séparé de l'oviducte par un sphincter musculaire qu'il ne faut pas confondre avec les rétrécissements passagers pouvant intervenir à divers niveaux. A son arrivée dans l'utérus, l'ovocyte a acquis une enveloppe épaisse et il doit être considéré alors comme un œuf. L'utérus est non différencié chez de nombreux *Longidorus* et chez certains *Xiphinema* ; il est alors simple, assez uniforme dans son ensemble, tel celui de *X. americanum*, espèce méditerranéenne. Chez les *Longidorus*, il a également une forme cylindrique banale mais il est plus long et plus large. Chez *X. index*, *X. vuittenezi* et *X. italiae*, la zone de l'utérus, située près du sphincter, s'élargit en une large poche (fig. 2).

Chez *X. diversicaudatum* et quelques autres *Xiphinema* bisexués l'utérus est bourré de spermatozoïdes qui peuvent en dilater la paroi et qui se rassemblent en rangs serrés contre la paroi surtout dans les parties distales (fig. 2). Ces spermatozoïdes adhèrent étroitement à l'utérus ménageant un passage central qui permet aux œufs de poursuivre leur descente sans les entraîner. Toujours chez *X. diversicaudatum*, on voit apparaître, après la poche utérine, des fibres musculaires qui sont de plus en plus abondantes lorsque l'on se dirige vers la base de l'organe. Dans l'utérus, 10 à 15 cellules granulaires composent ce que l'on a coutume d'appeler un « organe Z » (voir Luc, 1958 - 1961). On retrouve des formations analogues chez *X. ingens* et *X. turcicum* Luc et, Dalmasso, 1964, et chez *X. coxi* Tarjan, 1964. On relève 4 granules pour *X. turcicum* contre 5 à *X. coxi* ; mais ces deux chiffres peuvent sensiblement varier d'un individu à l'autre. En général, chez les espèces précédemment citées, on ne trouve pas de véritables apophyses comme cela a été décrit pour *X. ebriense* Luc, 1958, ou *X. ifacolum* Luc, 1961. Toutefois le mode de fixation ou la maturité de la gonade peuvent influer nettement sur la texture des granules ; ceux-ci se concentrent alors, donnant des éléments apophysaires. Nous avons pu observer ce phénomène précisément chez *X. coxi* et *X. turcicum* (fig. 2). La forme la plus évoluée d'utérus pourrait être celle de *X. diversicaudatum*. On ne connaît aucune différenciation semblable chez les *Longidorus*.

Enfin l'utérus s'élargit à son terme et rejoint son homologue formant une vaste cavité dans laquelle se présenteront les œufs prêts à être pondus.

d) Le vagin et la vulve

Le vagin se présente sous la forme d'un entonnoir profond rassemblant les débouchés des deux uteri homologues, sans caractère remarquable. La vulve est transverse, son ouverture est commandée par de puissants muscles : les « *dilatatores vulvae* ».

Source : MNHN, Paris

3) Remarques sur l'appareil reproducteur

Les organes mâles offrent, en dépit d'une certaine uniformité, quelques points de variabilité anatomique interspécifique qui ne sont pas sans intérêt ; tels le nombre de suppléments, le développement de la musculature copulatrice ou la forme des spicules ou des crura. Mais ces caractères sont encore peu utilisés en raison de la rareté de ce sexe chez beaucoup d'espèces.

Chez les femelles on a essayé pendant assez longtemps de caractériser les organes sexuels par des mensurations : position de la vulve, longueur totale des gonades, puis on s'est aperçu que l'étude de l'anatomie elle-même était plus riche en informations. On voit, en comparant les ovaires d'espèces du groupe *X. americanum* avec ceux de *X. diversicaudatum* ou de *X. index*, qu'il existe de notables différences, par exemple dans la taille ou l'agencement des ovocytes. L'ovaire au repos chez *X. americanum* ne montre que quelques rares petits ovocytes, possédant peu de cytoplasme, logés dans la lumière centrale entre des feuillets épais à aspect filamenteux (fig. 2). La poche distale de l'oviducte des *Longidorus* ressemble ordinairement à une sorte de mûre, ce qui n'est pas le cas pour les *Xiphinema*. Enfin nous ne reviendrons pas sur les nombreuses différenciations possibles de l'utérus.

On peut donc trouver dans l'étude de ces organes femelles des informations très utiles concernant aussi bien la phylogénie que l'activité biologique du nématode à un moment précis.

H — CONSIDERATIONS D'ENSEMBLE SUR LA MORPHOLOGIE ET L'ANATOMIE DES *XIPHINEMA*, *LONGIDORUS* ET *PARALONGIDORUS*

Il faut tout d'abord noter qu'il n'y a pas, chez ces nématodes, de différences marquées entre les stades ou même entre sexes opposés ; on retrouve chez tous les individus qu'ils soient femelles, mâles ou larves, la même configuration : tous sont frêles et très allongés. Mais certains traits généraux comme l'habitus, la forme de la région labiale, de la queue et de la taille permettent déjà la distinction des genres et aussi de grands groupes à l'intérieur de ceux-ci. L'anatomie des organes sensoriels, grâce aux amphides, et celle du tube digestif, grâce notamment au stylet et au guide, permettent de compléter la diagnose des trois genres. Les organes sexuels s'avèrent également très intéressants. Seuls l'intestin, très peu spécialisé, et certains organes très généraux, tels que la musculature ou les cordes, ne fournissent encore que des détails peu utiles ; ce qui est d'ailleurs le cas chez la plupart des autres nématodes.

Les *Xiphinema* et *Longidorus* sont des phytophages qui vivent en ectoparasites. Leur silhouette élancée et filiforme, qu'ils conservent durant toute leur vie, implique une vie nomade ; en effet, le sédentarisme s'accompagne souvent chez les nématodes parasites de végétaux d'une obésité plus ou moins poussée. C'est ce que l'on rencontre chez les *Tylenchida* : dans les familles des *Heteroderidae, Tylenchulidae* ou dans les genres *Paratylenchus, Rotylenchulus*, etc... On note alors un dimorphisme sexuel très poussé car le mâle a un comportement très éloigné de celui de la femelle puisqu'il demeure errant. Il conserve son aspect filiforme et bien souvent ne se nourrit pas, ce qui est souligné par une régression du tube digestif (absence ou rabougrissement du stylet, réduction des bulbes, etc.). On ne connaît rien de semblable chez les *Dorylaimida* phytophages et bien que le rôle du mâle en tant que tel soit encore mal connu, on peut penser que son comportement en ce qui concerne sa vie parasitaire est très voisin de celui de la femelle. Les *Xiphi-*

FIG. 3. — Queues de femelles (× 715). A : *X. diversicaudatum* ; B : *X. index* ; C : *X. coxi* ; D : *X. vuittenezi* ; E : *X. neovuittenezi* n. sp. ; F : *X. pyrenaicum* n. sp.

Habitus (× 19). G : *X. index* ; H : *X. neovuittenezi* n. sp. ; I : *X. italiae* ; J : Espèce méditerranéenne (Groupe *X. americanum*).

Source : MNHN, Paris

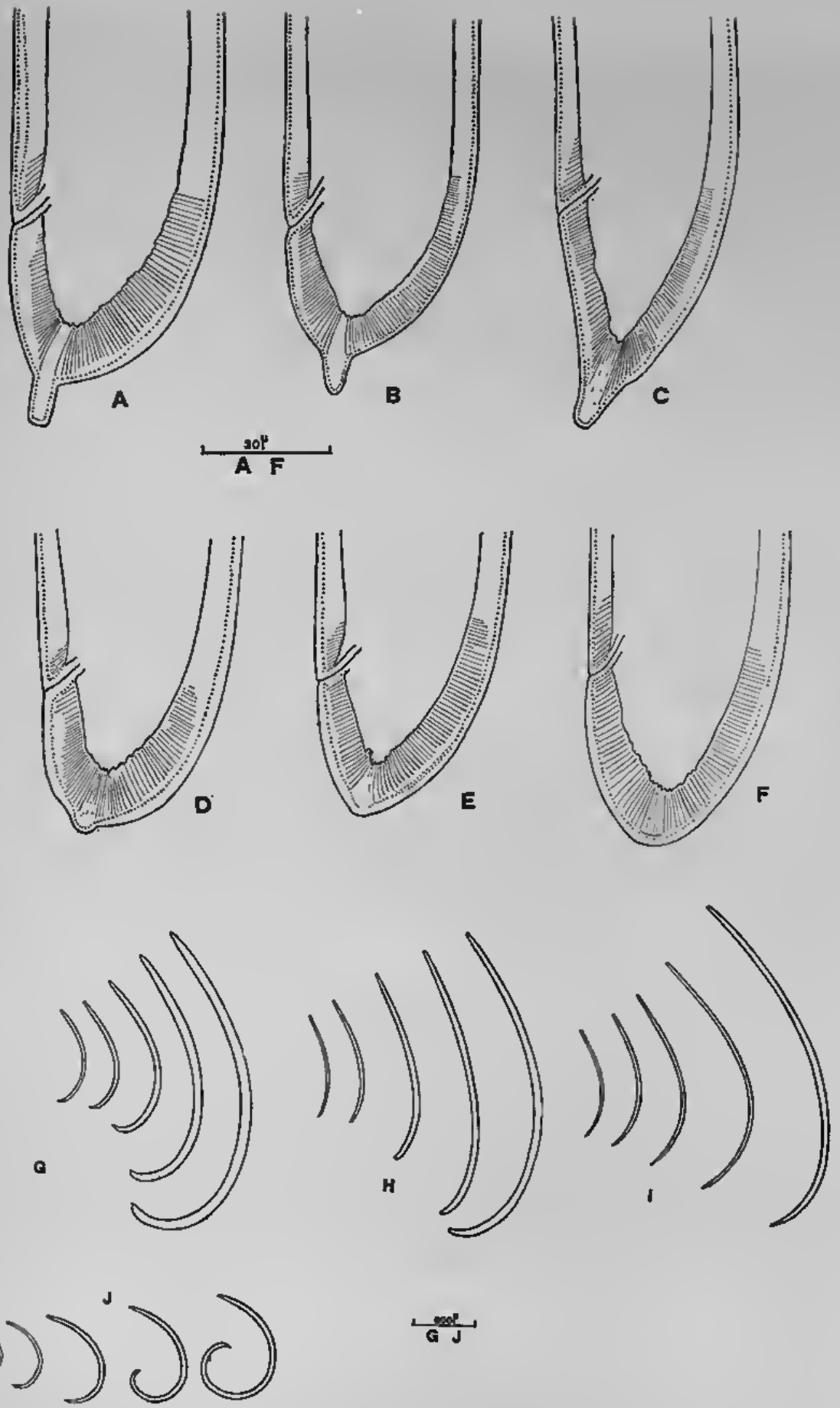


Fig. 3

Source : MNHN, Paris

nema et *Longidorus* peuvent donc se déplacer pour la prise de la nourriture et passer ainsi d'un hôte à l'autre. Cette mobilité, qui ne veut pas dire déplacement à grande distance, est nécessaire à ces nématodes. Ils sont, en effet, dotés d'une grande longévité et tenus, par cela même, d'émigrer pour trouver une nourriture plus fraîche, lorsque les racines deviennent trop ligneuses et impropres à leur consommation. Ici la colonisation d'un hôte est assurée par n'importe quel stade contrairement à ce qui se passe, par exemple, pour les *Meloidogyne* ou pour les *Heterodera* où seules les larves du deuxième stade, dites « infectieuses », attaquent le végétal et s'y fixent à titre définitif. En cela le développement et le comportement parasitaires des *Xiphinema* et *Longidorus* paraissent peu évolués, mais nous aurons l'occasion d'y revenir.

II. — ETUDE TAXONOMIQUE

Les étapes phylogéniques qui ont abouti à ces trois genres sont obscures car beaucoup de jalons nous font encore défaut. Goodey rangeait encore faute de mieux, en 1963, les *Longidorus* et les *Xiphinema* parmi les *Tylencholaiminae* dans la famille des *Dorylaimidae*, super-famille des *Dorylaimoïdea* et sous-ordre des *Dorylaimina*. Ils côtoyaient ainsi les *Tylencholaimus*, les *Enchodelus*, les *Longidorella*, etc..., c'est-à-dire des genres ayant acquis des mœurs phytophages plus ou moins accentués à l'inverse de la majorité des autres *Dorylaimoïdea*.

Les *Xiphinema*, les *Longidorus* et *Paralongidorus* constituent, en raison de leur corps mince et long, de leur imposant stylet, des caractères liés à leur œsophage et leur bulbe musculo-glandulaire, un ensemble bien à part. A ce titre Thorne les avait réunis, dès 1935, avec les *Longidorella* il est vrai, dans la sous-famille des *Longidorinae*. En 1937, il notait à ce sujet que la place des *Longidorella* était douteuse et que l'isolement phylogénique des *Xiphinema* et *Longidorus* devait conduire à l'instauration d'une famille. C'est la voie que suivirent plus ou moins Sturhan en 1962 et Siddiqi en 1964. La solution qui consiste à grouper restrictivement les *Xiphinema* et *Longidorus* dans la famille des *Longidoridae* permet de les séparer plus nettement des autres *Dorylaimoïdes* et favorisera ultérieurement leur rapprochement avec des formations plus primitives. Il faudra même, comme nous allons le voir, aller plus loin dans le classement. En effet, et bien que nous n'ayons encore qu'une vue d'ensemble très partielle, ainsi qu'en témoignent les nombreuses descriptions actuelles, on voit apparaître sans cesse de nouvelles unités. Celles-ci développent l'importance des genres existant tandis que des différences de plus en plus manifestes se font jour entre les *Xiphinema* d'une part et les *Longidorus* et *Paralongidorus* d'autre part. Il devient alors possible d'apprécier plus justement les critères anatomiques et morphologiques des espèces et des genres.

A — PRINCIPAUX CRITERES DE GENRES ET D'ESPECES

(Notion de groupe)

1) Les caractères de genre

Les genres *Xiphinema*, *Longidorus* et *Paralongidorus* sont séparés ordinairement sur la base de trois caractères anatomiques qui sont : la structure du stylet, la position de son guide et la forme du vestibule de l'amphide. Mais il nous est apparu au fil des observations que d'autres particularités étaient au moins aussi importantes.

a) Variations de forme des amphides

Nous avons déjà vu que les variations évolutives portaient essentiellement sur le vestibule. Celui-ci est en forme d'étrier renversé chez les *Xiphinema* et *Paralongidorus* alors qu'il est en poire chez les *Longidorus*. Malheureusement ce caractère, phylogéniquement

Source : MNHN, Paris

très important, est assez difficile à observer surtout chez les petites espèces, ce qui rend toute interprétation délicate.

b) Variations dans l'organisation du guide du stylet

Le guide est constitué par une membrane dotée d'une certaine élasticité, ancrée circulairement d'une part à la paroi du stoma (anneau principal) et d'autre part plus postérieurement au stylet (petit anneau des *Xiphinema*). L'étanchéité par rapport au milieu extérieur est ainsi assurée. Chez les *Xiphinema* le gros anneau est situé très en retrait et le petit se trouve presque au même niveau. On a de la sorte l'impression que les *Xiphinema* ont un guide tubulaire (fig. 1).

Chez la plupart des *Longidorus*, le guide est situé à l'entrée du stoma, quant à la seconde soudure, elle n'est pas visible, on suppose qu'elle se réalise de façon indistincte. Ainsi les *Longidorus* paraissent n'avoir qu'un guide annulaire. Mais il existe des exceptions ; par exemple chez *L. brevicaudatus* (Schuurmans Stekhoven, 1951) et chez *P. xiphinemoides*, le guide principal est aussi éloigné de l'apex qu'il peut l'être chez un *Xiphinema*.

c) Variations dans la structure du stylet

Le stylet des *Longidoridae* se compose de deux parties essentielles : l'odontostyle et la partie basale. Chez les *Xiphinema*, la soudure entre ces deux pièces est assez accidentée, donnant une jointure « en fourchette » (fig. 4), la partie basale prend en même temps

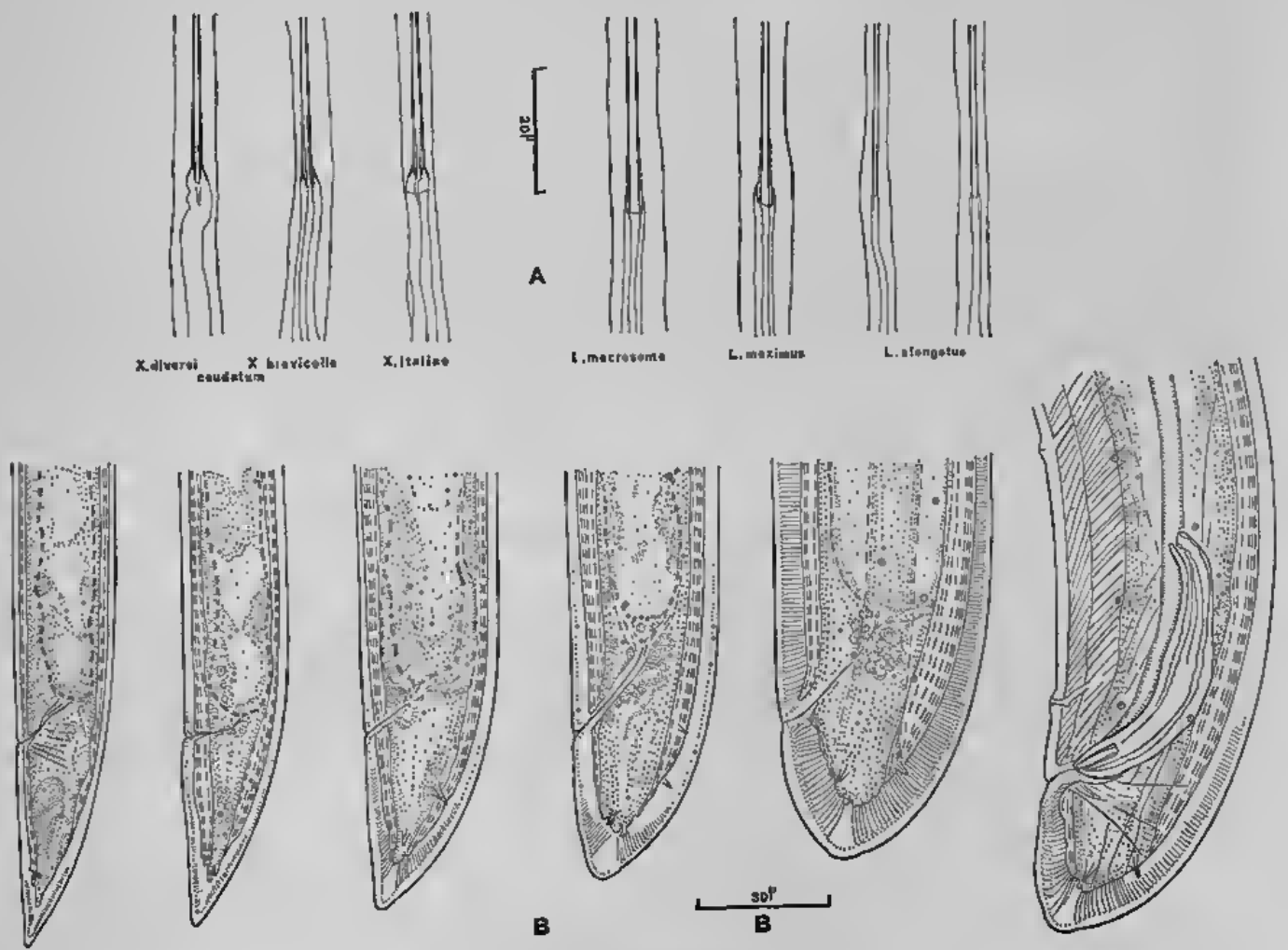


Fig. 4. — A : Jonctions odontostyles — parties basales chez diverses espèces ; B : Evolution de la queue chez *X. neovuittenezi* n. sp. (Stades I à IV, femelle et mâle).

Source : MNHN, Paris

un grand développement par la présence de trois ailettes. Chez les *Longidorus* et les *Paralongidorus* la jointure odontostyle - partie basale n'est pas hérissée et les ailettes n'existent pas ou sont très réduites.

Autre différence : à dimension égale, l'odontostyle des *Xiphinema* est généralement plus robuste et plus épais que celui des *Longidorus* et *Paralongidorus*.

d) Autres critères de genre

D'autres organes ou parties du corps apportent également des élémenls distinctifs.

On sait ainsi que le bulbe des *Longidorus* et *Paralongidorus* est moins large et moins massif que celui des *Xiphinema* (fig. 1).

Les gonades offrent aussi des différences assez remarquables ; ainsi l'appareil génital type d'une femelle de *Longidorus* se distingue très aisément de celui d'un *Xiphinema* par sa structure et par son histologie. Chez le genre *Xiphinema,* l'utérus peut atteindre un haut degré de perfectionnement mais, même chez les espèces où il demeure peu différencié, il reste étroit se distinguant aisément de ceux plus larges et boursouflés des *Longidorus*. Le nombre des supplémenls des mâles est variable ; il est généralement élevé chez les *Longidorus* et *Paralongidorus*.

La silhouette générale du corps est également intéressante. Les *Longidorus* et *Paralongidorus* sont normalement plus fins que les *Xiphinema*. Ces derniers ont rarement un coefficient « a » (longueur totale du corps/largeur) supérieur à 80 et plus rarement encore situé au-delà de 100, valeur souvent atteinte ou largement dépassée par la pluparl des *Longidorus* et *Paralongidorus*.

Un certain nombre d'espèces ne répondant pas entièrement aux critères que nous venons de citer occupent donc des positions incertaines. *L. brevicaudatus, L. pisi* Edward, Misra, Singh, 1964, *L. martini* Merny, 1966, forment un ensemble un peu à part parmi les *Longidorus,* ne serait-ce que par la position de leur guide. *P. xiphinemoïdes* constitue un remarquable intermédiaire entre les *Paralongidorus* et les *Xiphinema*. Cette liste s'allongera certainement dans les prochaines années.

Sans remettre en cause les diagnoses respectives de ces trois genres, ces faits nous montrent que leurs relations ne sont pas si simples et qu'il est dangereux d'accorder la préséance à un seul caractère.

Par ailleurs, les séparations sont nécessaires dès qu'un groupe possède certains traits d'ensemble en propre, surtout si ceux-ci sont macroscopiques. Pour être logiques, les divisions taxonomiques de familles ou de genres ne devraient intervenir que lorsqu'on se trouve déjà en possession d'un nombre élevé de types afin d'établir avec une relative clarté des rapports de groupe à groupe.

2) Les caractères d'espèce

Les critères utilisés par les systématiciens pour distinguer les espèces de *Xiphinema, Longidorus* et *Paralongidorus* sont de plus en plus nombreux et diversifiés ; ils comprennent aussi bien des caractères anatomiques variés que des considérations biométriques et sont attachés autant aux adultes qu'aux stades larvaires. Les travaux sur les *Longidoridae* deviennent plus nombreux, plus précis et on assiste simultanément à une évolution lente mais irréversible du concept de l'espèce.

Il y eut un temps où le taxonomiste appuyait son identification sur les dimensions d'organes, sur les rapports de longueur, de largeur. Beaucoup de ces notations chiffrées sont encore utilisées. Ainsi les proportions de De Man (1884) sont mentionnées dans la totalité des descriptions de *Xiphinema* comme cela se fait pour les autres nématodes.

Actuellement on n'attache cependant guère de valeur à *b* et *c* (*b* = longueur totale/longueur de la région œsophagienne ; *c* = longueur totale/longueur de la queue) ; *a,* qui traduit la minceur du corps du nématode et V, qui indique la position de l'orifice génital de la femelle conservent encore quelques faveurs. Par contre les chiffres

Source : MNHN, Paris

donnés par de petits caractères portés en indice de V (ex. : $V = {}^{s}50^{10}$), et qui témoignaient de la place, en pourcentage du corps, occupée par les gonades antérieures et postérieures, ne sont pratiquement utiles que pour les cas où l'un de ces organes est plus développé que l'autre.

Les données discrédités sont ordinairement celles qui ne s'appuient pas sur les caractères stables de l'individu. Il en est ainsi pour la longueur de l'œsophage, variable en raison des rétractions ou expansions pouvant affecter le tube digestif, et aussi pour la longueur de la gonade qui dépend directement de l'activité de cet organe.

On accorde un petit crédit à la dimension du stylet et des éléments qui le compose ; à la position du guide que l'on peut traduire en rapports avec la largeur labiale ou mieux avec la largeur du corps à son niveau ; enfin au rapport de la longueur de la queue sur le diamètre anal (Lq/da) qui exprime l'élancement de cette partie du corps, de préférence à *c* souvent trop disproportionné chez les grands nématodes.

Ainsi les anciennes données biométriques, par trop générales et souvent subjectives, sont progressivement abandonnées au profit de mensurations nouvelles mieux adaptées aux *Longidoridae*.

Mais, comme nous allons le voir, ce sont les progrès accomplis dans les connaissances anatomiques, biologiques et écologiques qui ont permis aux chercheurs de se rapprocher davantage des réalités et de donner à la systématique de cette famille des solutions plus réalistes.

Les caractères spécifiques sont diversement estimables, certains priment sur les autres. Il est quelque peu arbitraire de vouloir essayer de les cataloguer, nous nous y sommes toutefois résolus pour mieux souligner la valeur respective de chacun d'eux.

a) Caractères spécifiques de premier ordre

(Notion de groupe)

On constate assez fréquemment parmi les espèces décrites des similitudes prononcées qui permettent de les rapprocher au sein de *groupes*, sorte de super-espèces ou sous-genres, mais qui ont l'avantage d'offrir une plus grande souplesse d'utilisation. Les caractères de premier ordre permettent précisément de définir ces groupes, ils intéressent essentiellement la morphologie du nématode. Il s'agit de la position prise par le spécimen mort (ou habitus), de la structure de la queue et de la forme du « collum » (région céphalique et œsophagienne). Ainsi les *Xiphinema* trouvés à ce jour en France se répartissent au moins en trois groupes.

Le groupe I rassemble : *X. diversicaudatum, X. coxi, X. vuittenezi, X. index, X. pyrenaïcum* n. sp. (voir description au chapitre 3), etc...

Le groupe II rassemble toutes les formes liées à *X. americanum*, telles que *X. brevicolle* Lordello et Da Costa, 1961, ou *X. rivesi* n. sp. (voir description au chapitre 3).

Le groupe III, plus restreint, n'est représenté chez nous que par une seule espèce : *X. italiae*.

Les traits différentiels à ce niveau sont donc essentiellement macroscopiques. Il peut y avoir à l'intérieur d'un même groupe quelque variabilité dans ces caractères morphologiques mais elle ne dépasse pas certaines limites et les rend utilisables.

Cette notion s'applique aussi aux deux autres genres ; ainsi on peut parler pour les *Paralongidorus* d'un groupe défini par une région céphalique nettement individualisée par une profonde dépression et comprenant notamment *P. maximus, P. paramaximum* Heyns, 1965, et *P. epimikis* n. sp. (voir description plus loin) ; ou bien pour les *Longidorus* du groupe *L. brevicaudatus*, avec *L. pisi* et *L. martini*.

Ces caractères primordiaux peuvent subir des transformations au cours du développement. Ainsi l'habitus est souvent à peine incurvé chez les deux premiers stades alors qu'on assiste au quatrième ou chez l'adulte à une nette accentuation de l'enroulement. Le nématode se présente alors tel un C ou un J, ou même sous la forme d'une petite spirale harmonieuse. Tel est le cas pour la majorité des espèces de nos régions. Il arrive toutefois, comme chez *X. italiae*, que l'adulte conserve, en dépit d'une taille plus grande,

Source : MNHN, Paris

le même habitus que les larves (fig. 3). L'habitus ne dépend donc pas uniquement de la longueur du spécimen, il traduit aussi l'agencement et la stucture de la musculature générale. Malheureusement on ne s'est aperçu que tout récemment de l'intérêt qu'il offre, ce qui ne le rend pas encore utilisable à une vaste échelle.

b) Caractères spécifiques de deuxième ordre

Ces caractères sont plus nombreux que les précédents, mais ils ont comparativement moins de valeur. Ils permettent de définir les espèces avec une précision plus ou moins grande, selon le crédit qu'on leur accorde et qui est souvent, pour certains, sujet à caution.

Distinctian des espèces par la gonade des femelles (nombre, dimensions, position de l'orifice génital (V) et structure).

Les femelles des *Longidoridae* possèdent ordinairement deux gonades amphidelphes. Il arrive qu'une des gonades soit plus ou moins régressée ; l'exemple le plus frappant nous est fourni par le groupe de *X. ensiculiferum* (Cobb, 1893) Thorne, 1937. On se trouve là en présence d'une série évolutive assez complète : chez *X. arcum* Kban, 1964, les deux gonades sont pratiquement équivalentes, cbez *X. krugi* Lordello, 1955, et *X. ensiculiferum* Thorne, 1937, on assiste à une régression progressive de la gonade antérieure. On a même indiqué que celle-ci pouvait être totalement absente chez ce nématode, mais cette information n'est pas tout à fait certaine (Cobb dans Thorne, 1937, et Luc, 1961). Ce pbénomène n'est pas isolé, on le retrouve dans le groupe constitué par *X. chambersi* Tborne, 1939 (une gonade), et *X. nigeriense* Luc, 1961, et *X. zulu* Heyns, 1965 (à gonade antérieure également régressée).

Mais s'il est aisé de séparer des espèces voisines d'après le nombre de gonades (soit une, soit deux), il est, par contre, beaucoup plus délicat. sinon impossible, de fixer des limites aux types intermédiaires. Il semble, d'autre part, que la gonade antérieure soit seule affectée par de telles variations ; c'est ce que l'on appelle une tendance à l'opistbodelphisme.

Toutes les espèces de *Longidorus* et de *Paralongidorus* actuellement connues ont deux gonades femelles. De plus, si l'on s'en rapporte à la position de leur orifice génital on constate qu'il est beaucoup moins variable et qu'il se situe ordinairement entre 45 et 55. Cbez les *Xiphinema* l'amplitude plus large enregistrée pour la valeur V, traduisant la situation de la vulve, n'interdit pas une certaine constance au niveau de l'espèce. Ainsi pour *X. index*, V = 37 à 42 ; pour *X. diversicaudatum*, V = 39 à 46 ; pour *X. vuittenezi*, V = 46 à 56.

Mais les caractères les plus intéressants concernent la structure même de la gonade pour laquelle les diverses parties sont plus ou moins développées et complexes.

L'utérus est à cet égard remarquable. Il est assez simple cbez *X. index*, *X. pyrenaïcum* n. sp., *X. vuittenezi* où il n'y a pas d' « organe Z ». Par contre, chez *X. diversicaudatum* et *X. coxi* où il est très différencié on trouve cette formation. L' « organe Z » de *Xiphinema diversicaudatum* est deux fois plus important que celui de *X. coxi*.

L'ovaire a aussi des degrés d'évolution variables d'une espèce à l'autre, il est à ce titre intéressant de comparer celui de *X. americanum* avec celui de *X. diversicaudatum* (fig. 2).

Les études d'histologie comparée des gonades doivent fournir des informations non négligeables mais elles sont encore malheureusement peu avancées et encore trop peu de taxonomistes s'intéressent à ces caractères.

Distinction des espèces par les détails de la région céphalique.

Le profil cépbalique est un critère de détermination de plus en plus utilisé en systématique. Il constitue, pour plusieurs espèces européennes de *Longidorus*, un moyen de distinction tout à fait efficace que Hooper a su particulièrement exploiter. Chez les *Xiphinema* et notamment dans le groupe *X. americanum*, le contour céphalique permet de

Source : MNHN, Paris

séparer aisément *X. opisthohysterum* Siddiqi, 1961, et l'espèce méditerranéenne, de ce même groupe, d'autres espèces sans constriction labiale accentuée (voir description de *X. rivesi* chap. 3 et fig. 7).

La région céphalique apporte encore aux taxonomistes une information supplémentaire avec la forme du vestibule amphidial. HOOPER a signalé en 1961 que *L. goodeyi* possède deux lobes inégaux, le ventral étant plus développé, alors que chez *L. profundorum* les deux lobes sont égaux et qu'il n'y a qu'un lobe simple et large chez *L. macrosoma*.

Dictinction des espèces par les détails structuraux de la queue chez les adultes et les larves.

La valeur taxonomique de la structure générale de la queue a déjà été discutée. Il s'agit ici de détails affectant la physionomie de cette partie du corps et plus spécialement de l'extrémité de celle-ci.

Le cas du mucron, appendice caudal cuticulaire, tombe dans cette catégorie. Les variations intéressent sa dimension et sa forme. Le mucron atteint plus de 16 µ chez certains spécimens de *X. diversicaudatum*. mais il peut être aussi plus petit et même totalement absent chez d'autres. Etant donné cette variabilité il importe de réaliser un grand nombre d'observations pour dégager la tendance générale de l'espèce. On constate alors que cette variabilité obéit à des règles permettant, là encore, d'utiliser ce caractère pour l'identification des espèces. Ainsi s'il existe chez *X. diversicaudatum* de multiples types intermédiaires depuis le mucron long à l'absence totale, pour *X. index* la loi semble être plutôt celle du tout ou rien. Enfin outre la dimension, rappelons que la forme même du mucron est aussi révélatrice (cf. fig. 3).

Par ailleurs on sait que l'évolution de la queue au cours du développpement est un critère remarquable qui a été jusqu'à présent peu utilisé. On considère ordinairement que les queues effilées, allongées et coniques sont archaïques ; en effet on atteint progressivement une forme de plus en plus ramassée ou arrondie, en passant du premier stade à l'adulte et ceci chez les trois genres. Ces transformations sont parfois spectaculaires, comme chez *X. clavatum* Heyns, 1965, d'autres fois au contraire elles sont vraiment minimes comme chez *X. americanum* et divers *Longidorus*.

Chez *L. caespiticola,* la queue est déjà arrondie au premier stade, alors qu'elle est légèrement digitée chez *L. goodeyi, L. macrosoma* ou *L. profundorum* (Hooper, 1961). Ce sont également les aspects évolutifs de la queue qui contribuent dans une large mesure à différencier *X. vuittenezi* et *X. pyrenaïcum* n. sp. (voir description chap. 3, et fig. 5).

Il résulte de ceci qu'une description que l'on désire tant soit peu complète doit porter autant sur les adultes que sur les larves.

Distinction biométrique des espèces.

La taille des individus, la longueur de certains organes, divers rapports de mesures (dont il a été précédemment question) fournissent des indications fort utiles mais qu'il convient d'interpréter avec prudence. En effet l'amplitude des variations pour une espèce donnée est souvent non négligeable d'un biotope à l'autre ; l'isolement géographique et la parthénogénèse favorisent le compartimentage et la multiplicité des clones. Ainsi *X. italiae* voit sa taille varier de 1,98 mm à 3,6 mm en fonction de sa localisation. MARTELLI, COHN et DALMASSO (1966) ont montré que la nature du sol peut, dans une certaine mesure, avoir une influence appréciable sur la longueur des individus de cette espèce, les types géants ayant tendance à se localiser dans des habitats sableux. Il ne faut donc pas tomber dans l'excès qui consiste à penser que l'on se trouve en présence d'une nouvelle espèce chaque fois que l'une des dimensions usuellement relevées ne coïncide pas avec la description d'origine.

D'ailleurs beaucoup de rapports tels que *b* (taille/longueur œsophage) ou *c* (taille/longueur de la queue) ne sont conservés que par souci d'uniformité et n'entrent pratiquement jamais en ligne de compte lorsqu'il s'agit d'établir l'identité d'une espèce.

Une des meilleures solutions consiste à examiner simultanément l'ensemble de ces

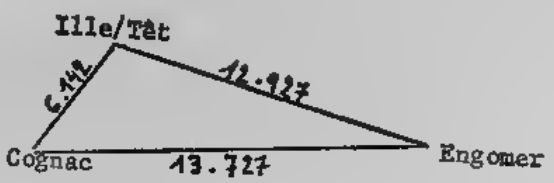
Source : MNHN, Paris

caractères chiffrés. L'analyse multivariable (Tomassone, 1963) autorise la comparaison de populations à l'aide de relations linéaires. Lima, en 1965, a de la sorte établi par l'analyse morphométrique de 25 caractères de 66 populations qu'il y a au moins sept espèces différentes au sein du complexe *X. americanum*. Il est bien évident que la spéciation intense ne facilite pas la tâche des biométriciens. L'exemple qui suit montre comment est appliquée cette méthode et les résultats que l'on peut en attendre. Neuf caractères de trois populations de *Xiphinema* appartenant à un même complexe, et peut-être à une même espèce (voir *X. pyrenaicum* n. sp., chap. 3), ont été mesurés, à savoir : taille, largeur maxima, longueur odontostyle, longueur de la partie basale, distance du guide à l'apex, longueur de la queue, position V de la vulve, largeur à l'anus et longueur de l'œsophage. Ces *Xiphinema* provenaient d'Ille-sur-Têt, d'Engomer et de Cognac. On réalise avec l'ensemble de ces caractères une fonction qui définit la population. Par exemple pour celle de la population de Cognac cette fonction est : $y = -986.35217 - 0.89598\ X_1 + 4.96629\ X_2 + 8.05099\ X_3 + 388199\ X_4 + 2.40599\ X_5 + 3.70111\ X_6 + 0.96633\ X_7 - 0.29024\ X_8 - 58248\ X_9$ (X_1, X_2, etc... étant les variables). On peut alors rattacher ensuite un élément inconnu à une des populations définies par cette fonction. C'est ainsi qu'un spécimen (malheureusement isolé) trouvé à Archiac (région de Cognac) est rattachable à la population d'Ille-sur-Têt (Pyrénées-Orientales) et non à la population voisine de Cognac.

Cette technique facilite le classement de chaque *Xiphinema* avec une objectivité bien meilleure que celle que nous aurions pu avoir avec des méthodes biométriques traditionnelles.

La deuxième opération consiste à pousser ensuite plus avant cette analyse et à comparer les populations deux à deux (Tomassone, 1963). Les résultats indiqueront, par exemple, que pour différencier la population d'Engomer de celle d'Ille-sur-Têt, la longueur est la première variable intéressante, mais qu'une fois celle-ci utilisée la longueur de la queue fournit une information complémentaire significative.

On arrive enfin à définir une distance entre les trois populations prises deux à deux après l'introduction des neufs variables. Ce qui peut donner un schéma spatial de ce type :



Ici nous n'avons fait intervenir que 9 variables, Lima en a utilisé 25. Le choix de ces variables et de leur nombre pose évidemment un problème délicat. Il est important d'utiliser des caractères mesurables pouvant subir le moins d'artefacts possibles, par exemple, distance de l'anus à l'extrémité de la queue, taille, longueur de l'odontostyle. La distance du guide à l'apex, qui peut être parfois faussée par la position du stylet, est déjà plus discutable. Cette méthode est très utile et efficace pour les cas litigieux, mais elle ne devrait intervenir qu'une fois toutes possibilités anatomiques épuisées.

c) Discussion

Par leur très grande taille, leur silhouette filiforme et leur long stylet, les *Longidoridae* constituent une famille bien à part dans le sous-ordre des *Dorylaimina*. On y trouve actuellement rassemblées une centaine d'espèces réparties en trois genres. Leur isolement au sein d'une famille doit permettre de les rapprocher plus facilement d'éléments de transitions. L'examen des critères utilisés en taxonomie fait ressortir une complexité très significative en ce sens qu'étant donné le nombre de plus en plus élevé d'espèces connues, on voit apparaître non seulement des formes difficiles à ranger mais aussi des unités qui doivent progressivement conduire à la constitution de groupes. Bien que n'ayant

Source : MNHN, Paris

pas tout à fait la même valeur, ces faits indiquent que l'on se trouve en présence d'une famille dont on ne soupçonnait pas l'étendue il y a seulement quelques années.

Il n'en demeure pas moins que les limites entre les *Xiphinema* d'une part et les *Longidorus* et *Paralongidorus* d'autre part, sont relativement nettes. Il paraît alors intéressant de lier plus étroitement les *Longidorus* et *Paralongidorus* en une sous-famille : les *Longidorinae* ; les *Xiphinema* constituant quant à eux celle des *Xiphineminae* n. s. fam.

Les *Xiphineminae* ont une taille n'excédant guère 6 mm (cf. : *X. ingens* Luc & Dalmasso, 1964), leur odontostyle est robuste et la partie basale est toujours flanquée d'ailettes bien nettes, le bulbe musculo-glandulaire est massif, le guide est toujours en retrait, la gonade femelle est souvent complexe et variable d'une espèce à l'autre, la vulve peut se situer à des niveaux très différents, enfin le mâle ne possède guère plus de 7 suppléments. Histologiquement l'utérus et la base de l'oviducte des *Xiphinema* offrent des critères distinctifs par rapport aux *Longidorus* et *Paralongidorus*. Enfin le vestibule de l'amphide est toujours en forme d'étrier renversé. Ce dernier caractère étant pratiquement le seul à les rapprocher des *Paralongidorus*, avec également une tendance chez ceux-ci à l'épaississement de la partie basale. Cette séparation ne remet, bien entendu, absolument pas en question la valeur phylogénique de la forme du vestibule de l'amphide, bien au contraire.

Cet isolement du genre *Xiphinema* a d'ailleurs déjà été souligné par D. Sturhan en 1963 dans « Allometrische Untersuchungen an Longidoriden », où on relève l'intérêt présenté chez les *Longidoridae* par les caractères biométriques généraux en tant que critères de genre mais aussi sur le plan phylogénique.

Le statut proposé serait donc le suivant :

Longidoridae : — *Longidorinae* Thorne, 1935 : *Longidorus, Paralongidorus* ;
— *Xiphineminae* : *Xiphinema* ;

à noter que les *Longidorella* doivent être exclus des *Longidorinae*.

Le concept de deux sous-familles apporte à cet ensemble une nouvelle dimension sans en compliquer l'agencement. Il ne faut cependant pas s'orienter hâtivement vers l'élaboration de nouveaux genres ; la masse de matériel répertorié paraissant encore nettement insuffisante et d'autre part des espèces très connues et ayant fait l'objet de maints travaux, pourraient changer de nom ce qui, sur le plan pratique, n'est pas tellement souhaitable. L'assemblage d'espèces au sein de groupe peut faciliter le classement de ces nématodes au même titre, mais avec moins d'inconvénients. Il apparaît de plus en plus nécessaire d'accorder une attention particulière à la morphologie qui confère souvent aux spécimens une allure caractéristique déjà décelable à la loupe binoculaire. A l'intérieur du groupe, il est ensuite possible de distinguer les espèces voisines par des caractères mineurs ou seconds. Par exemple, chez les *Xiphinema*, on tiendra compte de l'anatomie de la gonade femelle, de la structure de la queue, de la position de la vulve, etc..., chez les *Longidorus*, de la forme des amphides. Enfin dans tous les cas il convient d'analyser avec soin le profil céphalique, l'évolution de la forme de la queue à travers les différents stades du développement et compléter ces informations par les mensurations de parties du corps ou d'organes non affectés directement dans leur dimension par des facteurs étrangers. On notera ainsi la taille, la longueur de la queue, du stylet...

L'application de méthodes biométriques modernes conduit à une détection et à une distinction plus logique d'espèces ou de types voisins et a donné déjà des résultats encourageants (travaux de Lima, 1965, sur le groupe *X. americanum*). Enfin la biologie, et surtout, dans le cas précis qui nous occupe, l'écologie (qui à travers les effets de l'hôte, de l'habitat, des conditions climatiques, a contribué à forger ces espèces toutes extrêmement sensibles à ces facteurs) doivent grandement participer aux interprétations des taxonomistes et leur éviter tout excès.

Source : MNHN, Paris

B — ESPECES DE *LONGIDORIDAE* SIGNALEES EN FRANCE ET DANS LE BASSIN MEDITERRANEEN

1) Sous-famille des **Xiphineminae**

Genre XIPHINEMA

Groupe *X. americanum* :

Taille de l'adulte ne dépassant guère 2 mm. V sup^{r} à 50. Habitus en spirale fermée. Queue conique, brève. Gonade femelle peu évoluée.

« *X. americanum* espèce méditerranéenne». — Très commune dans toute la moitié sud de la France où elle vit sur des hôtes très divers. Assez exceptionnet dans les sables. Adulte de petite taille (inf^{re} à 2 mm). mâle rare. Constriction céphalique prononcée (fig. 1). Queue conique légèrement subdigitée parfois. V = 55 à 60. Habitus en spirale fermée, excepté chez les larves des stades 1 et 2 (fig. 3).

X. brevicolle Lordello & Costa, 1961. — Connu en France uniquement dans les sables du cordon littoral tanguedocien. Taille de la femelle : 2,2 à 2,4 mm, constriction céphalique présente mais pas accentuée. Queue conique assez nettement arrondie à l'extrémité. Corps retativement large pour le groupe ; a = 41 à 46. Habitus plus ouvert que celui de l'espèce méditerranéenne. V = 52 à 55.

X. rivesi n. sp. (voir description au chap 3 et fig. 7). — Localisée aux environs de Bordeaux : vignes, vergers, pâtures. Taille de la femelle 1,6 à 2,2 mm, pas de constriction céphalique. Queue conique à extrémité ronde. Habitus plus ouvert que celui de l'espèce méditerranéenne. V = 51 à 54.

Groupe *X. italiae* :

Habitus arqué (voir fig. 3). Queue conique allongée. Taille de l'adulte ordinairement supérieure à 2 mm et inférieure à 3,5 mm.

X. italiae Meyl, 1953. Voir redescription MARTELLI, COHN, DALMASSO, 1966. Outre tes caractères ci-dessus signalés : nette constriction céphalique. — V = 41 - 49. Corps mince et élancé ; « a » compris normalement entre 70 et 110. *X. bulgariensis* Stoyanov, 1964, pourrait en être synonyme.

Groupe *X. diversicaudatum* :

Plus hétérogène que les précédents. Adulte ayant un habitus en J. Constriction céphalique absente ou assez peu marquée. Collum particutier s'amincissant au niveau de la région œsophagienne. Queue de forme vaguement conique, très large, à courbures arrondissantes et portant souvent un appendice caudat ou mucron à son extrémité. Gonade femelle pouvant atteindre une haute différenciation. Taitle de l'adulte supérieure à 2,5 mm et pouvant dépasser chez certaines espèces 5 mm.

X. diversicaudatum (Micoletzky, 1923 et 1927) Thorne, 1939. Redescription par GOODEY, PEACOCK et PITCHER, 1960. — Espèce des régions tempérées, humides et fraîches (plutôt atlantiques). Hôtes très divers. Assez rare aux confins de la Méditerranée. Mâles communs. Taille des adultes altant de 4 à 6 mm. Pas de constriction céphalique. Appendice caudal de taille variable, en forme de doigt (fig. 3). V ordinairement compris entre 40 et 46. Utérus très différencié avec un « organe Z » comprenant au moins 10 éléments celtulaires typiques (fig. 2).

X. coxi Tarjan, 1964. — Assez rare dans nos sols cultivés. Fréquente en France les massifs hercyniens. Mâtes rares. Taille : 3-4 mm. Région céphalique légèrement individualisée. Appendice caudal targement soudé au reste de la queue (fig. 3). V compris entre

Source : MNHN, Paris

40 et 46. Utérus comportant un « organe Z » à 5 - 6 cellules typiques. Les populations trouvées en Bretagne sont ordinairement plus petites que celle d'Alsace ou d'Allemagne.

X. ingens Luc & Dalmasso, 1963. — Non connu en France, mais présent en Italie et en Méditerranée orientale. Mâles : taille supérieure à 5,5 mm. Appendice caudal atténué. V avoisinant 50. Gonade femelle très évoluée avec un « organe Z ».

X. turcicum Luc & Dalmasso, 1963 (voir complément, chap. 3 et fig. 8). — Non signalé en France mais présent en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Mâles rares. Taille adulte normalement supérieure à 4 mm, et même 5 mm. Queue sans mucron. V = 47 à 52. Utérus avec un petit organe Z. Queue du 1er stade typique.

X. pyrenaicum n. sp. (voir description chap. 3 et fig. 5). — Assez rare (Sud-Ouest). Mâle inconnu. Taille 3,5 - 4,5 mm. Région céphalique non individualisée. Appendice caudal restant interne (fig. 3). V = 45 à 52 environ. Utérus non différencié.

X. index Thorne & Allen, 1950. — Commun dans les vignobles méridionaux. Mâles rares. Taille avoisinant 2,6 à 3,3 mm. Région céphalique non individualisée. Appendice caudal en petit cône largement soudé à la queue (fig. 3). V = 37 à 43 environ. Utérus sans organe Z.

X. vuittenezi Luc, Lima, Weischer, Flegg, 1964. — Espèce plutôt continentale. Commune dans les vignobles d'Anjou et d'Alsace, et en Europe Centrale. On la trouve aussi fréquemment dans les roseraies et les vergers. Absente dans le Midi. Mâles rares. Taille : 2,8 à 3,8 mm. Région céphalique individualisée. Appendice caudal en demi-boule (fig. 3). V compris aux environs de 46 à 54. Utérus peu différencié, pas d' « organe Z ».

X. neovuittenezi n. sp. (voir description chap. 3 et fig. 4 et 5). — Espèce méridionale (Perpignan, Narbonne, Frontignan). Confondue avec la précédente. Sa position dans ce groupe est incertaine. Mâles très communs. Taille adulte : 2,5 - 3,3 mm. Région céphalique bien individualisée. Appendice caudal en bosse (fig. 3). V compris entre 45 et 48. Utérus sans organe Z. Habitus intermédiaire entre celui de *X. italiae* et celui de ce groupe (fig. 3).

Groupe *X. basiri* Siddiqi, 1959 :

Région céphalique individualisée mais sans constriction nette (profil carré). Queue conique subdigitée. Habitus faiblement arqué.

X. sahelense n. sp. (voir description chap. 3 et fig. 6). — Nombreux mâles. V = 45 - 48. Taille approximative : 4 - 5 mm.

2) Sous-famille des **Longidorinae**

Genre Longidorus

Groupe *L. elongatus* :

Collum non marqué. Région céphalique non amincie et même parfois en légère expansion. Queue conique à extrémité arrondie, parfois même aplatie.

L. elongatus (De Man, 1876) Hooper, 1961. — Espèce très répandue en Europe. Mâles parfois rares, parfois communs. Région céphalique non marquée, parfois aussi en légère expansion (*L. ctosetongatus* Stoyanov, 1964). Taille : 4,5 - 7 mm environ.

L. attenuatus et *L. leptocephalus* Hopper, 1961, qui appartiennent au même groupe, n'ont pas encore été trouvés en France de façon certaine.

L. juvenitis n. sp. (voir description chap. 3 et fig. 9). — Paraissant assez localisé : Var. Plus petit que les précédents : 2,8 - 3,5 mm. Queue nettement conique. Mâle rare.

L. globuticauda n. sp. (voir description chap. 3 et fig. 10). — Assez localisé : Bretagne. Région céphalique très réduite, légèrement marquée. Queue conique à aspect globuleux, amphide à deux lobes. Mâle inconnu. Taille 5 - 6 mm.

Source : MNHN, Paris

L. vineacola Sturhan & Weischer, 1964. — Bretagne, Allemagne, Israël. Mâles communs. Taille : 7 à 10 mm.

Groupe *L. macrosoma* :

Collum convexe. Région céphalique non individualisée. Queue largement arrondie chez l'adulte.

L. macrosoma Hooper, 1961. — Commun. Vignobles, vergers, roseraies. Mâles répandus. Profil labial tronqué (paraissant même en creux, surtout chez les adultes). Très grand : 7 à 12 mm pour les adultes. Amphides unilobées.

L. profundorum Hooper, 1965. — Voisin du précédent, mais paraissant plus septentrional. Mâles communs. Profil labial non tronqué. Taille adulte : 6 - 8 mm. Amphides présentant deux lobes égaux.

L. goodeyi et *L. caespiticola* Hooper, 1961. — L'un et l'autre trouvés en France.

L. taniwha Clark, 1963. — Espèce méridionale (Languedoc). Petite. Mâle rare. Région céphalique très réduite (en pointe). Queue très arrondie. Taille : 4 - 5 mm.

L. laevicapitatus Williams, 1959. — Sables littoraux du Languedoc, Antilles, Afrique (sur canne à sucre). Petit : 2 - 3 mm. Mâle rare. Queue conique arrondie. Etant donné sa taille et son habitus, il rappelle *X. americanum* à la loupe.

Groupe *L. tarjani* :

Région œsophagienne et région céphalique large. Queue conique convexe ventralement.

L. tarjani Siddiqi, 1962. — Très très rare. Littoral du Languedoc.

Genre Paralongidorus

Groupe *P. maximus* :

Grande taille, souvent supérieure à 1 cm chez l'adulte, tête marquée par une profonde dépression et donc très nettement individualisée.

P. maximus (Butschli, 1874) ; voir description par Sturhan, 1963. — Très commun en Europe. Préfère en France les sols alluviaux. Rare dans les régions méditerranéennes. Mâle commun. a = 77 à 133.

P. epimikis n. sp. (voir description chap. 3 et fig. 10). — Non trouvé en France. Afrique du Nord. Plus fin que le précédent. a = 180 à 210.

III. — DESCRIPTION DE SEPT NOUVELLES ESPECES DE LONGIDORIDAE

A — Xiphinema pyrenaïcum n. sp. (fig. 5)

Les prospections faunistiques intéressant les nématodes ont permis ces dernières années de déceler l'existence dans le Sud et le Sud-Ouest de la France d'un complexe de *Xiphinema* qu'il ne nous a pas été possible de rattacher à une des nombreuses espèces déjà connues chez ce genre.

Une de ces populations, récoltée par Scotto La Massese, se détache particulièrement et fait l'objet de la présente description. Diverses observations, basées autant sur l'anatomie que sur l'écologie et la biologie de ce nématode, laissent penser qu'il s'agit d'une espèce bien distincte de *X. diversicaudatum* (Micoletzky, 1923 et 1927) Thorne, 1939, et de *X. vuittenezi* Luc *et al.*, 1964.

Source : MNHN, Paris

TABLEAU 1

Caractéristiques biométriques de la population type de *X. pyrenaïcum* n. sp. d'Ille-sur-Têt

	L 1	L 2	L 3	L 4	Femelles
L en mm	(1,05-1,26) 1,14 n = 5	(1,32-1,80) 1,60 n = 26	(1,95-2,50) 2,28 n = 11	(2,70-4,05) 3,14 n = 11	(3,50-4,52) 4,01 n = 15
a	(43-48) 45,6 n = 5	(31-60) 47,4 n = 26	(37-60) 51,7 n = 11	(44-80) 58,7 n = 11	(56-79) 69,0 n = 15
b	(3,8-5,0) 4,4 n = 5	(4,3-7,5) 5,3 n = 25	(5,2-6,9) 6,3 n = 9	(6,8-9,6) 7,4 n = 11	(7,1-11,1) 8,6 n = 15
c	(14-18) 16,8 n = 5	(19-33) 23,6 n = 26	(33-51) 42,7 n = 10	(63-88) 71,7 n = 11	(90-126) 98,4 n = 15
V					(45-52) 48 n = 15
Gonade antérieure en µ					(389-501) 440 n = 11
Gonade postérienre en µ					(389-518) 459 n = 12
Longueur région œsophage en µ	(210-284) 258 n = 5	(281-345) 308 n = 25	(325-399) 364 n = 10	(368-473) 420 n = 11	(347-546) 473 n = 15
Bulbe en µ : — longueur	(63-80) 69 n = 5	(68-91) 78 n = 21	(80-103) 89 n = 7	(80-120) 95 n = 10	(86-118) 108 n = 14
— largeur	(11-17) 13 n = 5	(11-21) 18 n = 21	(16-29) 23 n = 7	(19-34) 25 n = 10	(22-29) 25 n = 14
Stylet en µ : — longueur totale	(92-102) 97 n = 5	(118-154) 125 n = 25	(146-176) 164 n = 10	(181-202) 190 n = 11	(211-230) 219 n = 15
— odontostyle I	(50-62) 57 n = 5	(65-81) 72 n = 26	(84-108) 99 n = 11	(108-124) 115 n = 11	(127-149) 137 n = 15
— partie basale	(38-43) 40 n = 5	(49-67) 54 n = 25	(62-78) 67 n = 10	(68-81) 75 n = 11	(76-90) 82 n = 15
Odontostyle II en µ	(68-78) 73 n = 5	(82-106) 95 n = 26	(81-130) 118 n = 11	(132-146) 138 n = 10	
Distance de la base du guide à l'avant en µ	(46-57) 50 n = 5	(57-73) 65 n = 24	(74-95) 86 n = 11	(95-123) 108 n = 11	(108-136) 123 n = 15
Distance de l'hémizonide à l'avant en µ	(127-134) 130 n = 4	(146-168) 152 n = 19	(173-200) 183 n = 7	(189-216) 202 n = 9	(208-243) 228 n = 9
Diamètre maximal en µ	(23-26) 25 n = 5	(25-48) 35 n = 26	(36-54) 45 n = 11	(50-62) 54 n = 11	(53-65) 58 n = 15
Largeur de la corde en µ	(7-10) 9 n = 5	(7-14) 11 n = 25	(9-15) 13 n = 11	(11-17) 14 n = 11	(12-18) 15 n = 15
Longueur queue (Lq) en µ	(62-74) 68 n = 5	(55-80) 68 n = 26	(46-60) 54 n = 10	(39-54) 44 n = 11	(34-41) 38 n = 15
Diamètre anal (da) en µ	(15-18) 17 n = 5	(21-27) 24 n = 25	(29-40) 34 n = 10	(37-48) 43 n = 11	(42-56) 47 n = 15
Lq/da	(3,6-4,9) 4 n = 5	(2,4-3,5) 2,8 n = 25	(1,4-1,7) 1,6 n = 10	(0,84-1,38) 1,04 n = 11	(0,73-0,93) 0,81 n = 15

Source : MNHN, Paris

Données biométriques

Les dimensions et rapports des différents stades biologiques sont rassemblés dans le tableau I.

Holotype femelle : L = 3,97 mm ; a = 73 ; b = 7,2 ; c = 104 ; V = 45 ; odontostyle = 138 μ ; partie basale : 81 μ ; longueur totale du stylet = 219 μ ; longueur de la queue/diamètre anal = 0,90.

Morphologie et anatomie de la femelle

Les spécimens, adultes et quatrièmes stades larvaires surtout, prennent un habitus en courbe large, ce qui leur confère vaguement la forme d'un C lorsqu'ils sont fixés à chaud. Ils rappellent en cela *X. index* Thorne et Allen, 1950, *X. diversicaudatum* et *X. vuittenezi*. Dans la partie antérieure, le corps du nématode s'amincit progressivement vers l'avant jusqu'à la zone céphalique (fig. 5, B). L'extrémité caudale largement arrondie, un peu plus dorsalement que ventralement, rappelle beaucoup par sa constitution générale celle de *X. vuittenezi*.

La cuticule au milieu du corps a une épaisseur de 3,5 μ environ et comme cela est courant chez ce genre, elle est plus épaisse dans la région apicale et sur la partie dorsale de la queue. La corde latérale occupe au milieu du nématode environ 1/4 de la largeur à ce niveau. Les pores sont disposés comme chez *X. index* et *X. diversicaudatum*. Ils dépassent la centaine sur les cordes latérales où ils se rangent sur une, deux ou trois files selon les niveaux. On compte 25 à 50 pores ventraux et on peut observer cinq à six pores dorsaux dans la région antérieure de l'animal.

Les lèvres sont bien soudées et constituent un ensemble à peine bombé vers l'avant. Dans cette zone, l'amincissement du corps est harmonieux et il n'y a pratiquement pas de constriction. Les amphides sont de forme normale, en étrier. Un petit vestigium (pièce ancrée dans la paroi de l'œsophage) est visible.

Les gonades femelles sont au nombre de deux, elles sont opposées et repliées (fig. 5, M). L'ovaire, anatomiquement semblable à celui que l'on trouve par exemple chez *X. index*, est logé dans la partie repliée. L'oviducte débute par un conduit assez étroit constitué par des cellules allongées transversalement qui lui confère un aspect en pile. L'oviducte s'élargit ensuite vers l'extrémité qui jouxte l'utérus tandis qu'un sphincter sépare ces deux organes. Après le sphincter l'utérus débute par une large poche à grosses cellules ; il se rétrécit assez progressivement lorsqu'il ne contient pas d'œufs et forme finalement un canal dont les parois s'ornent de fines lignes en zig-zag ; on atteint ainsi le vagin. L'utérus est donc relativement simple ; il n'y a ni « organe Z », comme chez *X. diversicaudatum*, ni différenciation histologique intermédiaire entre la grande chambre et le canal terminal. On peut noter que le tissu à structure en zig-zag remonte jusqu'à la grande chambre, celle-ci étant formée par des cellules vacuolaires. On remarque une densité en fibres musculaires transversales plus élevée dans la partie haute du canal terminal de l'utérus, alors que ces fibres sont plus espacées lorsque l'on descend vers le vagin. Le canal de l'utérus est parfois distendu et peut prendre vers la chambre la même largeur que celle-ci, si bien que l'on pourrait penser que cette dernière possède deux structures différentes ; en fait il n'en est rien, cette dilatation est occasionnelle.

La queue est arrondie et porte un mucron interne qui ne déforme pratiquement pas ou très légèrement la cuticule (fig. 5, D-H).

Si la structure générale est apparemment la même que celle que l'on rencontre chez un *X. vuittenezi* type, le mucron caudal est cependant toujours très atténué. En fait, la séparation est plus évidente lorsque l'on considère, entre les deux espèces, l'évolution de la queue à travers les différents stades larvaires car, chez les femelles ces différences caudales sont atténuées et ne traduisent qu'en partie les écarts constatés entre les larves.

Aucun mâle, pouvant se rattacher avec certitude à cette espèce, n'a pu être trouvé.

Source : MNHN, Paris

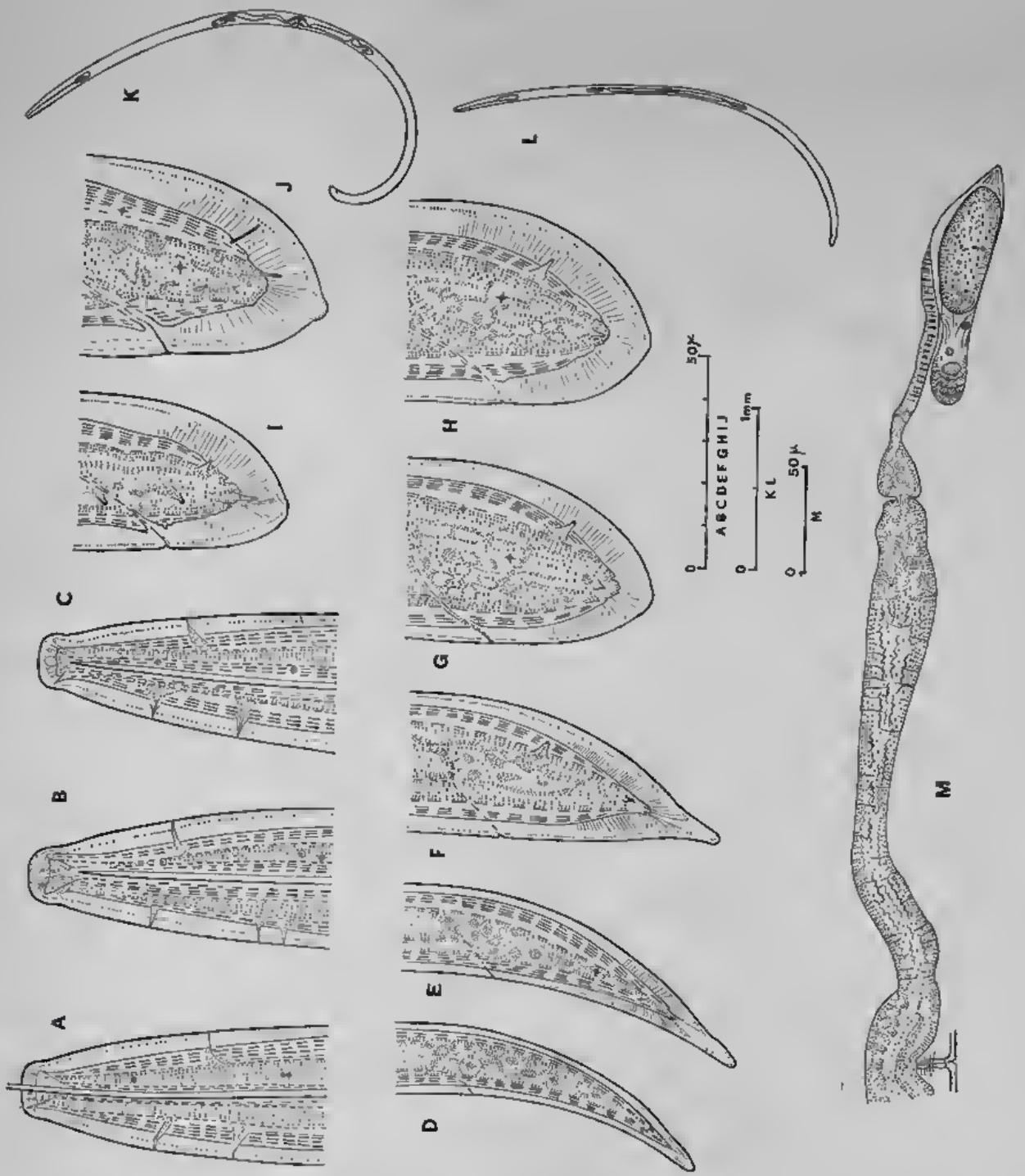


FIG. 5. — Région antérieure. A : *X. neovuittenezi* n. sp. (pop. Narbonne-plage) ; B : *X. pyrenaïcum* n. sp. ; C : *X. vuittenezi*.
Evolution de la queue chez *X. pyrenaïcum* n. sp. D-H : Stades I à IV et femelle.
Queues de femelles. I : *X. neovuittenezi* n. sp. (pop. Narbonne-plage) ; J : *X. vuittenezi*.
Habitus. K : *X. pyrenaïcum* n. sp. ; L : *X. neovuittenezi* n. sp.
Gonade femelle : M : *X. pyrenaïcum* n. sp.

Source : MNHN, Paris

Diagnose

X. pyrenaïcum est sensiblement plus grand que *X. vuittenezi*. Il s'en distingue par la forme de ta queue des adultes, mais les plus grosses différences apparaissent dans le développement respectif des deux espèces. A titre d'exemple, le tableau ci-dessous donne les longueurs comparées des queues.

TABLEAU II

Espèce	Longueurs comparées des queues en µ				
	1er stade	2e stade	3e stade	4e stade	Femelles
X. vuittenezi (pop. East Malling) (*)	40-47 (46) n = 10	43-50 (46) n = 10	37-44 (41,4) n = 10	37-43 (39,4) n = 10	31-40 (35,2) n = 50
X. pyrenaïcum (pop. Ille-sur-Têt)	62-74 (67,8) n = 5	55-80 (68,2) n = 25	42-60 (55,4) n = 11	39-47 (44) n = 11	34-41 (38,3) n = 15

X. pyrenaïcum se distingue de *X. diversicaudatum* par l'absence d' « organe Z » dans la gonade, par une queue jamais digitée. Lorsqu'il y a des mélanges de populations entre *X. pyrenaïcum* et *X. diversicaudatum*, on remarque que seuts les uteri des femelles de cette dernière espèce contiennent des spermatozoïdes. Le même phénomène a été observé avec d'autres espèces pratiquant la parthénogénèse, ainsi les femelles de *X. index* ne sont pas fécondées, semble-t-il, par les mâles de *X. diversicaudatum*.

X. pyrenaïcum est aussi voisin de *X. turcicum* Luc & Dalmasso, 1964, dont il diffère par un stylet plus court et surtout t'absence de toute ébauche d' « organe Z » dans l'utérus.

Le matériel est déposé à la Station de Recherches sur les Nématodes d'Antibes (France).

Habitat type : Verger de cerisiers.

Localité type : Ille-sur-Têt (Pyrénées-Orientales).

B — **Xiphinema neovuittenezi** n. sp. (fig. 4-5)

La description de *X. vuittenezi*, basée sur plusieurs populations, fut te résultat d'une vaste cotlaboration internationale qui permit de donner à cette espèce une assise large et durable. Il est d'ailleurs curieux qu'une espèce aussi répandue n'ait été décrite qu'en t964. On peut penser que, souvent mêlée à des populations de *X. diversicaudatum*, elle avait échappé aux premières investigations. Il faut cependant noter que divers auteurs en avaient fait état avant cette date sans toutefois la décrire. Les progrès réalisés ces dernières années sur *les Xiphinema* et *Longidorus*, tant dans le domaine de la systématique que dans celui de l'écologie, montrent qu'il doit exister encore chez ces deux genres un nombre élevé d'espèces inconnues. La grande sensihilité de ces nématodes aux conditions externes, l'absence de moyens très efficaces de dissémination et la parthénogénèse ont favorisé t'isolement géographique et la spéciation. Dans le cas précis de *X. vuittenezi*, si t'on s'en tient à la description initiale, on remarque en France que l'aire est morcelée en deux zones : l'une timitée plus ou moins à la moitié nord du territoire et l'autre réduite à une étroite hande n'englohant que le Roussillon et le Languedoc. Or, à ces répartitions distinctes correspondent des différences non seulement morphologiques (taitle, forme de l'extrémité caudale), mais aussi biologiques puisque le type méditerranéen paraît avoir une reproduction sexuée alors que le type nordique est parthénogénétique. La forme méditerranéenne a été comprise dans la description originale de *X. vuittenezi* avec une population trouvée à Narbonne-plage ; les circonstances et les faits au moment de la description incitaient à penser qu'il s'agissait de la même espèce ou

(*) Données tirées de la description originale de *X. vuittenezi*.

Source : MNHN, Paris

qu'on pouvait considérer ceci comme tel en dépit des différences constatées, car cette population unique pouvait être une exception. Depuis, d'autres ont été trouvées sur ce même littoral et tout nous incline à penser qu'il est soubaitahle de séparer ce type de *X. vuittenezi* et de le considérer comme une espèce nouvelle sous le nom de *X. neovuittenezi*. Toutefois, n'ayant plus suffisamment de matériel originaire de la vigne de Narbonne-plage, nous avons préféré en effectuer l'étude sur une population plus complète récoltée dans une ancienne zone viticole située entre Narbonne et Agde en terrain sableux.

Données biométriques

Les dimensions et rapports des différents stades biologiques sont rassemblés dans le tableau III.

Holotype femelle : L = 2,81 mm ; a = 53 ; b = 6,8 ; c = 90 ; V = 46 ; odontostyle = 135 µ ; partie basale = 72 µ ; longueur totale du stylet = 207 µ ; longueur de la queue/diamètre anal ou Lq/da = 0,83.

Allotype mâle : L = 2,92 mm ; a = 50 ; b = 6,8 ; c = 74 ; odontostyle = 122 µ, partie basale = 75 µ ; longueur totale du stylet = 197 µ ; longueur de la queue/diamètre anal ou Lq/da = 0,97.

Les dimensions et les divers caractères de ce *Xiphinema* coïncident de façon satisfaisante avec la population type Narbonne-plage qui est inclue dans la publication de Luc *et al.*, 1964.

Caractères différentiels entre *X. vuittenezi*, *X. pyrenaïcum* et *X. neovuittenezi* (diagnose de la nouvelle espèce) (fig. 4 et 5)

Biologiquement, *X. neovuittenezi* se distingue de *X. vuittenezi* et *X. pyrenaïcum* par le mode de reproduction. Chez *X. neovuittenezi* les mâles sont communs et les femelles sont fécondées.

Du point de vue morphologique les différences majeures entre les trois espèces intéressent la position de la vulve qui est légèrement plus antérieure chez *X. neovuittenezi*, les dimensions et la forme de la queue des mâles et des femelles. *X. neovuittenezi* se reconnaît aisément de *X. pyrenaïcum* par sa taille plus réduite et la forme de la terminaison caudale. De plus, l'habitus de *X. neovuittenezi* paraît plus rectiligne que celui de *X. vuittenezi* et *X. pyrenaïcum*. Enfin si l'on s'en tient au profil antérieur du corps, on remarque que chez *X. pyrenaïcum* la tête n'est pas individualisée, l'épaulement plus estompé que chez *X. vuittenezi* et surtout que chez *X. neovuittenezi* dont la région antérieure du corps est plus massive. *X. neovuittenezi* a de nombreux points communs avec deux espèces sud-africaines ; *X. pini* et *X. imitator* Heyns, 1965. Il s'en distingue par l'absence d' « organe Z », en outre son habitus est moins spiralé que celui de *X. pini*. *X. imitator* est en définitive l'espèce la plus voisine, seule la structure de la gonade et peut-être la proportion de mâles permettent la séparation. Il est quand même curieux de trouver une similitude telle entre deux espèces aussi éloignées géographiquement.

Le matériel est déposé à la Station de Recherches sur les Nématodes d'Antibes.

Habitat type : Rhizosphère de mûriers plantés dans une zone sableuse.

Localité type : Entre Narbonne et Agde (Aude).

Paratypes déposés : au Plant Protection Research Institute, Pretoria (South-Africa) ; à la Rothamsted Exp. Station, Harpenden (England) ; á la Citrus Experiment Station, University of Florida (U.S.A.).

C — Xiphinema sahelense n. sp. (fig. 6)

Il a été trouvé dans des sols viticoles sur le plateau de la Bouzarea, aux environs d'Alger. Il diffère de toutes les espèces décrites à ce jour, la plus proche semblant être *X. basiri* Siddiqi, 1959.

Source : MNHN, Paris

TABLEAU III

Caractéristiques biométriques de la population type de *X. neovuittenezi* n. sp. ; littoral de Béziers

	L 1 (n = 4)	L 2 (n = 8)	L 3 (n = 10)	L 4 (n = 10)	Femelles (n = 10)	Mâles (n = 10)
L en mm	0,84-0,88 (0,86)	1,04-1,27 (1,18)	1,32-1,60 (1,48)	1,86-2,33 (2,12)	2,55-3,16 (2,83)	2,79-3,30 (2,99)
a	37-45 (41,8)	27-45 (37,3)	36-49 (39,1)	45-59 (49,1)	44-54 (50,3)	56-72 (62,0)
b	3,3-3,9 (3,7)	3,8-4,4 (4,1)	3,9-4,8 (4,4)	4,4-5,8 (5,3)	6,3-8,1 (7,1)	6,4-8,1 (7,1)
c	18-20 (19,3)	25-28 (27,0)	35-48 (39,1)	52-71 (59,9)	80-102 (91,6)	81-102 (93,4)
V					45-48 (46,5)	
Longueur région œsopbagienne en µ	223-258 (233,5)	270-318 (287,0)	318-387 (340,9)	382-429 (400,2)	350-435 (401,3)	403-451 (422,4)
Bulbe en µ :						
— longuenr	46-61 (53,0)	53-68 (58,7)	63-73 (67,5)	73-88 (79,1)	80-97 (86,7)	84-90 (87,1)
— largeur	11-14 (12,0)	12-17 (14,6)	15-23 (19,5)	18-28 (21,2)	25-28 (26,2)	23-26 (24,2)
Stylet en µ :						
— longuenr totale	84-89 (86,3)	105-118 (110,5)	136-151 (141,7)	158-178 (167,8)	194-212 (201,1)	193-209 (203,0)
— odontostyle I	48-51 (49,5)	60-67 (65,0)	83-93 (87,6)	101-112 (105,2)	124-136 (128,6)	124-135 (129,7)
— partie basale	36-38 (36,8)	40-51 (44,8)	50-68 (54,1)	57-66 (62,6)	68-76 (72,5)	69-78 (73,3)
Odontostyle II en µ	62-67 (64,0)	80-94 (85,9)	100-117 (106,8)	124-136 (129,8)		
Distance du guide à l'apex en µ	38-41 (39,5)	48-59 (52,9)	66-69 (68,0)	79-94 (87,1)	98-108 (102,2)	99-112 (107,3)
Distance de l'hémizonide à l'apex en µ	108-112 (110,0) n = 2	126-157 (142,8) n = 4	157-169 (163,3) n = 8	181-208 (190,4) n = 7	197-210 (204,0) n = 5	?
Diamètre maximal en µ	19-23 (20,5)	20-44 (32,3)	31-42 (38,6)	37-46 (42,7)	49-61 (56,4)	44-53 (48,4)
Largeur de la corde en µ	6 environ	8 environ	7-11 (8,5)	8-11 (9,4)	10-15 (11,7)	8-14 (10,0)
Longueur de la queue en µ	44-47 (44,8)	40-46 (42,8)	33-41 (38,2)	31-36 (33,7)	25-35 (31,1)	29-35 (32,1)
Diamètre anal en µ	14-16 (14,8)	16-27 (20,1)	23-31 (26,7)	29-37 (31,6)	34-41 (37,2)	35-38 (36,0)
Lq/da	2,8-3,4 (3,1)	2,1-2,6 (2,3)	3,1-1,8 (1,4)	0,8-1,3 (1,1)	0,7-0,9 (0,84)	0,8-1,0 (0,88)
Distance de l'hémizonion à l'apex en µ	L'bémizonion existe mais n'est pas tonjonrs visible.		208-219	230-259	257 environ	
Nombre de pores cbez les adultes	La femelle possède 2 à 4 pores dorsaux dans la région œsophagienne et 41 à 51 pores ventraux, dont 22 à 26 sont antévulvaires et 19 à 27 post-vulvaires ; cbaqne ligne latérale comprend 100 à 130 pores. Le mâle possède 2 à 4 pores dorsaux dans la région œsophaglenne ; il a aussi 37 à 48 pores ventraux et 108 à 120 pores latéraux.					

Source : MNHN, Paris

Données biométriques

Holotype femelle : L = 4,25 mm ; a = 78 ; b = 8,7 ; c = 78 ; V = 47 ; odontostyle = 129 µ ; partie basale = 75 µ ; longueur totale du stylet = 204 µ ; longueur de la queue/diamètre anal ou Lq/da = 1,6.

Allotype mâle : L = 3,95 mm ; a = 82 ; b = 7,6 ; c = 77 ; odontostyle = 130 µ ; partie basale = 74 µ ; longueur totale du stylet = 204 µ ; Lq/da = 1,3.

Les dimensions et rapports de différents stades biologiques sont donnés dans le tableau IV.

Morphologie et anatomie

Tué au fixateur chaud, il prend un habitus faiblement arqué. Le corps est allongé, cylindrique et on ne remarque pas de différences essentielles avec des espèces qui s'en rapprochent, telles que *X. diversicaudatum*.

TABLEAU IV

Caractéristiques biométriques de la population type de *X. sahelense* n. sp. ; Bouzarea (Rép. Algér.)

	L 3 (n = 7)	L 4 (n = 18)	Femelles paratypes (n = 24)	Mâles (n = 40)
L en mm	1,86-2,12 (1,953)	2,54-3,25 (2,959)	3,77-4,91 (4,407)	3,93-4,79 (4,231)
a	45-63 (53,9)	49-73 (61,8)	69-89 (78,0)	77-101 (87,6)
b	4,8-5,8 (5,28)	4,5-7,2 (6,18)	7,5-9,8 (8,77)	7,7-10,2 (8,69)
c	28-33 (30)	41-51 (46,3)	73-92 (82,6)	75-87 (81,7)
V			45-48 (46,2)	
Longueur région œsophagienne en µ	336-425 (374) (n = 6)	441-567 (478) (n = 18)	425-578 (499) (n = 18)	436-553 (500) (n = 32)
Bulbe en µ :				
— longuenr	83-100 (94) (n = 6)	106-125 (113) (n = 18)	121-137 (126) (n = 17)	119-146 (128) (n = 33)
— largenr	16-18 (17) (n = 6)	17-24 (21) (n = 18)	19-30 (26) (n = 17)	17-27 (23) (n = 33)
Stylet en µ :				
— longueur totale	142-151 (147)	167-179 (174)	199-213 (207)	193-207 (201)
— odontostyle 1	86-93 (89)	106-113 (108)	124-137 (130)	112-133 (128)
— partie basale	55-62 (58)	63-71 (67)	74-80 (78)	66-82 (74)
Odontostyle II en µ	105-114 (108)	122-139 (131)		
Distance du guide à l'apex en µ	59-74 (70)	87-97 (92)	100-119 (111)	98-123 (110)
Largenr labiale en µ	11-12 (11)	13-14 (14)	15-16 (15)	15-16 (15)
Diamètre maximal en µ	32-42 (37)	36-60 (48)	43-64 (57)	42-58 (51)
Longuenr de la quene en µ	62-67 (65)	50-71 (63)	48-60 (54)	46-60 (52)
Diamètre à l'anns en µ	23-25 (24)	29-36 (33)	31-41 (36)	33-42 (37)
Lq/da	1,76-2,13 (1,93) (n = 7)	2,60-2,91 (2,73) (n = 10)	1,36-1,61 (1,51) (n = 10)	1,31-1,57 (1,44) (n = 10)

La région céphalique offre un contour assez rectangulaire, souligné par une constriction ce qui donne à cette région une certaine individualité. De plus, l'épaulement, c'est-à-dire l'élargissement du corps, intervient très tôt, juste après la « tête », lui conférant un collum robuste. Cette silhouette n'est pas sans rappeler celle de *X. basiri*.

3 Source : MNHN, Paris

Fig. 6

Source : MNHN, Paris

Les cordes latérales sont étroites, 1/6e environ de la largeur du corps, et les pores latéraux sont atignés sur un ou deux rangs selon l'importance de la corde à ce niveau. It existe également quetques pores dorsalement et ventralement à l'avant du nématode.

L'odontostyle atteint 128 µ et la partie basale 75 µ environ ; l'œsophage et le bulbe ne montrent aucune particularité.

La femelle possède deux gonades assez simples qui sont opposées ; les ovaires sont logés dans la partie repliée, ils déhouchent dans l'oviducte qui est relativement étroit au déhut de son trajet jouxtant l'ovaire mais qui s'élargit ensuite en une chambre.

Un sphincter sépare l'oviducte de l'utérus. Celui-ci ne présente pas de différenciation prononcée, on ne trouve pas de cellules granulaires (organe Z). Enfin te vagin et la vulve sont normaux (fig. 6).

L'appareil génital du mâle se compose des organes habituels au genre ; on peut ohserver une paire de papilles adanales en position ventrosubmédiane et une série ventromédiane de 3 ou 4 papilles selon les individus. La cuticute est plus épaisse ventralement dans la partie intéressée par les suppléments, elte reprend une dimension normate immédiatement après ta papille la plus antérieure. Les spicules, qui atteignent 60 à 65 µ, sont flanqués de pièces latérales (fig. 6).

La queue des adultes est conique subdigitée, on relève de nombreuses variations qui en affectent l'extrémité. Il y a 4 paires de pores chez le mâle et 2 chez la femelte. La queue des larves, de forme conique, est marquée par une tendance à l'allongement chez les jeunes stades.

Diagnose de *X. sahelense* n. sp.

Xiphinema sahelense n. sp. présente une grande similitude avec *X. basiri*, duquel il se distingue par une taille beaucoup plus élevée. Il est également plus long que *X. coxi* Tarjan, 1964, en outre il ne possède pas d' « organe Z ».

X. sahelense est éloigné des autres espèces déjà connues soit par sa morphologie, soit par certains caractères anatomiques importants, soit encore par ses mensurations. On peut aussi souligner que cette espèce a montré dans toutes les populations rencontrées jusqu'à présent une forte proportion de mâles, ceux-ci paraissent même souvent être plus nombreux que les femelles.

Le matériel est déposé à ta Station de Recherches sur les Nématodes d'Antibes (France) et à ta Station Phytosanitaire d'Alger (Républhque Algérienne).

Habitat type : Rhizosphère de vignes.

Localité type : Bouzarea (Algérie).

D — **Xiphlnema rivesi** n. sp. (fig. 7)

Nous avons vu que, d'après Lima (1965), le groupe *X. americanum* renferme au moins 7 espèces. Certaines sont décrites, d'autres, bien que très communes, ne le sont pas encore en raison de la confusion qui règne dans ce complexe ; c'est le cas pour t'espèce méditerranéenne très voisine de *X. opisthohysterum* et caractérisée par une constriction céphalique prononcée et une queue conique.

It y a quelques années nous avons recueilli à maintes reprises aux environs immédiats de Bordeaux et à St-Emilion un nématode apparenté au groupe. Cette espèce, bien que procbe de celle décrite par Tarjan en 1956, doit être considérée comme nouvelle. Une poputation particulièrement abondante trouvée sur vigne au lycée agricole de Bordeaux - Blanquefort a été choisie comme population type. Le nom a été choisi pour honorer te

---

Fig. 6. — *Xiphinema sahelense* n. sp. A : Régiou antérieure ; B : Régions céphaliques, femelle et mâle ; C : Gonade femelle ; D : Habitus de la femelle ; E : Partie postérieure du mâle ; F, G, H : Variations de l'extrémité caudale chez le mâle ; I : Queue du troisième stade ; J : Queue du quatrième stade ; K : Queue de la femelle.

Source : MNHN, Paris

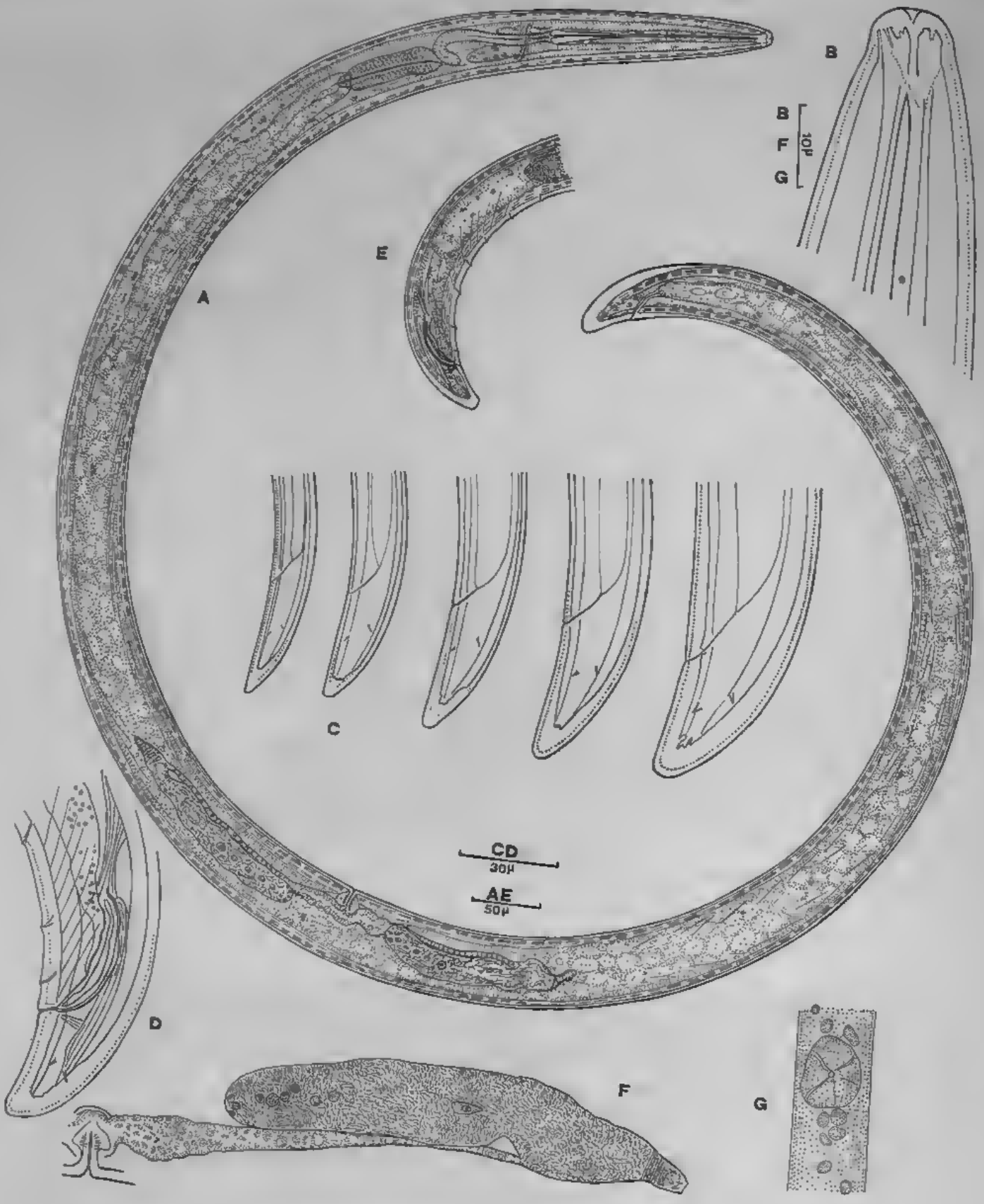


Fig. 7. — *Xiphinema rivesi* n. sp. A : Aspect général ; B : Région céphalique ; C : Queue des stades I à IV et femelle ; D : Queue du mâle ; E : Partie postérieure du mâle ; F : Gonade femelle ; G : Aspect de la corde.

Source : MNHN, Paris

Directeur de la Station de Viticulture de Bordeaux, M. RIVES, et le remercier de l'aide qu'il nous apporte dans la prospection des vignobles du Sud-Ouest.

TABLEAU V

Caractéristiques biométriques de la population type de *X. rivesi* n. sp., environs de Bordeaux

	L 1 (n = 10)	L 2 (n = 10)	L 3 (n = 10)	L 4 (n = 10)	Femelles (n = 10)	Mâles (n = 1)
L en mm	0,70-0,78 (0,76)	0,85-1,06 (0,96)	1,05-1,60 (1,31)	1,32-1,63 (1,48)	1,68-2,11 (1,96)	1,92
a	39-46 (42,3)	40-47 (44,0)	43-54 (46,6)	42-54 (48,9)	37-49 (41,8)	43
b	3,4-4,0 (3,58)	3,5-4,4 (3,94)	4,0-5,0 (4,48)	4,2-5,9 (4,98)	5,7-6,9 (6,28)	6,3
c	22-27 (24,1)	28-34 (30,8)	30-43 (38,1)	38-50 (43,6)	51-59 (55,5)	60
V					51-54 (52,2)	
Gonade antérieure en µ					146-194 (164)	
Gonade postérieure en µ					124-155 (140)	
Longueur région œsophagienne en µ	179-217 (209)	233-254 (242)	233-297 (272)	270-318 (294)	254-345 (314)	307
Bulbe en µ :						
— longuenr	45-51 (48)	50-59 (54)	51-72 (60)	62-77 (67)	64-77 (71)	70
— largeur	11-11 (11)	10-14 (12)	11-16 (14)	14-16 (15)	18-23 (20)	18
Stylet en µ :						
— longueur totale	78-84 (82)	85-101 (95)	101-118 (112)	120-127 (123)	140-151 (147)	145
— odontostyle l	46-50 (49)	54-61 (59)	61-76 (71)	75-80 (78)	90-101 (96)	94
— partie basale	31-34 (33)	31-40 (36)	37-45 (41)	42-47 (45)	48-57 (51)	51
Odontostyle ll en µ	57-60 (58)	59-73 (70)	69-94 (84)	91-98 (95)		
Distance du guide à l'apex en µ	34-38 (37)	40-49 (45)	50-58 (56)	58-67 (62)	71-79 (76)	73
Distance de l'hémizonide à l'apex en µ	80 environ	?	113-122	119-130	134-159 (148)	140
Diamètre maximal en µ	17-19 (18)	18-24 (22)	23-35 (28)	26-34 (31)	40-54 (48)	45
Largeur de la corde en µ	6 environ	6-7	7-10 (9)	7-10 (8)	10-15 (13)	10
Longueur de la queue en µ	28-34 (31)	25-36 (31)	32-38 (34)	29-37 (34)	30-40 (35)	32
Diamètre anal en µ	10-12 (11)	14-17 (15)	16-20 (19)	18-23 (19)	23-29 (26)	28
Lq/da	2,4-3,1 (2,79)	1,8-2,4 (2,15)	1,7-2,2 (1,93)	1,5-2,1 (1,82)	1,3-1,5 (1,38)	1,1
Largeur labiale en µ	7-8 (7)	7-8 (8)	8-10 (9)	9-10 (9)	10-11 (10)	11

Source : MNHN, Paris

Données biométriques

Les dimensions et rapports des différents stades biologiques sont rassemblés dans le tableau V.

Holotype femelle : L = 2,05 mm ; a = 39 ; b = 6,7 ; c = 54 ; V = 51 ; stylet = 151 µ ; odontostyle = 97 µ ; partie basale = 54 µ ; guide à 76 µ de l'apex ; Lq/da = 1,8.

Allotype mâle : Voir tableau V.

L'habitus est en boucle serrée. La région céphalique est soulignée par la rupture dans la progression de l'amincissement, mais il n'y a pas réellement de constriction. L'hémizonide est visible.

L'appareil génital de la femelle est composé de deux gonades peu différenciées, l'antérieure étant légèrement plus grande que la postérieure. L'ovaire est simple ; au repos il ne renferme que de très petits ovocytes enfouis dans un feuillet épais (fig. 7, F). L'oviducte est simple ; il est formé d'une poche en cul-de-sac, peu étendue, que prolonge le long canal habituel, puis une petite poche distale. Le sphincter n'est pratiquement pas discernable ; quant à l'utérus, il est en phase de non-activité, très bref. Dans ces conditions on constate que la partie repliée s'étend environ sur les 4/5e de la place occupée par l'ensemble de la gonade.

Le mâle est rare ; il possède une paire de suppléments adanaux et une série ventromédiane de 6 éléments. Enfin les papilles ventrosubmédianes sont très difficiles à discerner.

La corde, étroite, laisse apparaître à intervalles plus ou moins réguliers des cellules ovoïdes munies de pores (voir fig. 7 G).

La queue est conique et se termine par une extrémité arrondie. Les traits généraux placent cette espèce dans le groupe *X. americanum*. L'évolution de l'habitus et la forme de la queue suivent les règles de ce complexe.

Diagnose

L'espèce la plus voisine décrite à ce jour est le *Xiphinema americanum* de Tarjan (1956). *X. rivesi* s'en distingue par un profil céphalique non souligné par une constriction et par une queue non recourbée ventralement. Ce *Xiphinema* est également plus petit et plus élancé que *X. brevicolle* Lordello, 1961. Rappelons que *X. opisthohysterum* possède une constriction céphalique très prononcée et une queue conique dont seule la pointe est arrondie.

Le matériel est déposé à la Station de Recherches sur les Nématodes d'Antibes (France), à la collection de la Rothamsted Exp. Station à Harpenden (England), au Biologische Bundesanstalt Institute de Münster (Deutchland), à la Citrus Experiment Station, University of Florida (U.S.A.) et Plant Protection Research Institute, Pretoria (South Africa).

Habitat type : Sol de vignoble.

Localité type : Bordeaux - Blanquefort (Sud-Ouest de la France).

Autres localités et habitat : Pelouses, luzernes, vergers à St-Emilion (Gironde).

E — Compléments à *X. turcicum* Luc & Dalmasso, 1963

Cette espèce a été trouvée dans plusieurs vignobles algériens et notamment au Domaine de la Trappe, près de Staoueli. Les populations rencontrées dans cette région montraient toutes les mêmes caractères. Les femelles adultes (nous n'avons jamais ren-

---

Fig. 8. — *Xiphinema turcicum*. A, B : Régions antérieures de la femelle ; C : Habitus ; D : Gonade femelle ; E : Queue du premier stade en vue ventrale ; F : Queue du premier stade en vue latérale ; G : Evolution de la queue, stades I à IV et femelle.

Source : MNHN, Paris

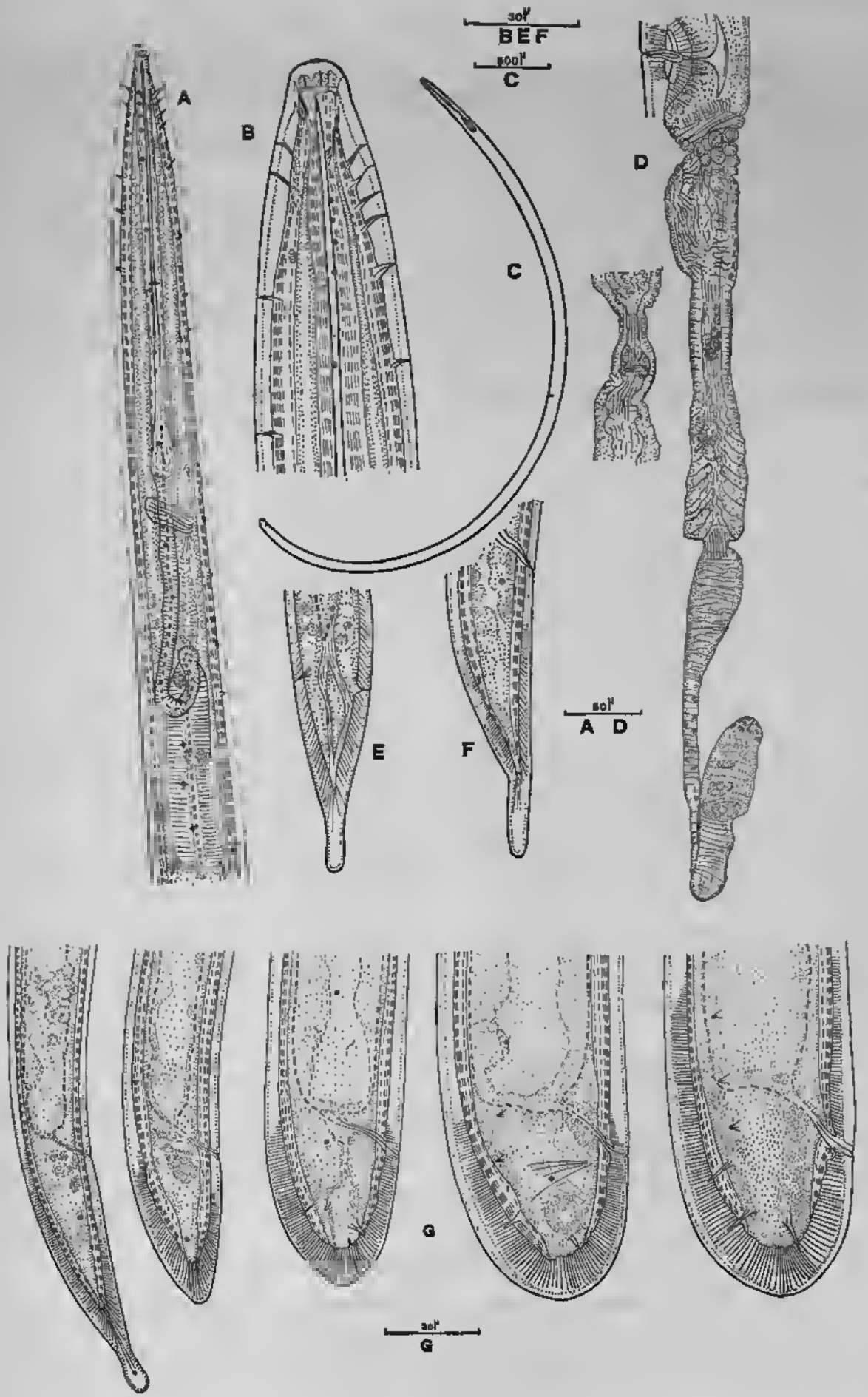


FIG. 8

Source : MNHN, Paris

contré de mâles en dépit de l'abondance du matériel examiné) étaient plus grandes que celles de *X. turcicum* décrites à partir d'individus trouvés par A. VUITTENEZ en 1962 à Göstepe - Istambul (Turquie).

De plus nous avons trouvé tous les stades ; leurs caractéres biométriques sont reportés dans le tableau VI.

Sa taille, qui en fait avec *X. ingens* l'un des plus grands *Xiphinema* connu, permet à l'adulte de posséder un nombre très élevé de pores. Nous en avons compté près de 80 le long de la corde ventrale, se décomposant ainsi : 41 à 57 en position anté-vulvaire pour 20 à 36 en position post-vulvaire. Il y en avait de 180 à 200 sur chaque corde latérale et seulement 6 à 8 dorsaux localisés au collum du nématode.

Un autre fait intéressant : l'évolution de la queue chez les différents stades (fig. 8).

TABLEAU VI

Caractéristiques biométriques d'nne population de *X. turcicum* ; Domaine de la Trappe (Algérie)

n = 10	L 1	L 2	L 3	L 4	Femelles
L en mm	1,57-1,80 (1,71)	2,02-2,43 (2,21)	2,84-3,43 (3,07)	3,73-4,47 (4,27)	4,93-5,70 (5,33)
a	46-58 (52,6)	44-53 (49,8)	50-58 (53,1)	56-69 (60,3)	61-72 (66,7)
b	4,3-6,2 (5,31)	5,3-6,8 (6,06)	5,9-7,7 (6,99)	7,7-8,8 (8,26)	8,6-10,4 (9,5)
c	24-28 (26,1)	42-50 (46,1)	62-75 (68,7)	76-104 (93,8)	112-139 (123)
V					46,9-51,2 (49,17)
Longueur région œsophag. en μ	284-362 (323)	315-404 (367)	385-478 (439)	452-557 (518)	504-604 (560)
Bulbe en μ :					
— longueur	78-98 (83)	74-97 (85)	92-114 (101)	103-136 (121)	131-157 (142)
— largenr	15-23 (18)	21-24 (22)	22-27 (25)	26-32 (28)	29-34 (31)
Stylet en μ :					
— longueur totale	123-128 (125)	150-160 (156)	186-197 (191)	217-235 (230)	259-277 (269)
— odontostyle 1	75-79 (77)	94-98 (97)	118-126 (121)	138-149 (145)	169-181 (175)
— partie basale	47-50 (49)	56-63 (60)	67-72 (70)	79-87 (85)	90-98 (94)
Odontostyle 11 en μ	95-99 (97)	115-126 (121)	140-157 (146)	169-183 (176)	
Distance guide à apex en μ	60-63 (62)	76-81 (79)	96-104 (101)	112-131 (123)	142-164 (153)
Distance de l'hémizonide à l'apex en μ	140-149 (144) (n = 10)	166-177 (172) (n = 6)	205-225 (214) (n = 5)	236-253 (245) (n = 8)	259-281 (271) (n = 8)
Distance de l'hémizonion à l'apex en μ	180-194 (188) (n = 7)	224-230 (228) (n = 4)	268-270 (269) (n = 2)	299-334 (322) (n = 6)	334-365 (347) (n = 5)
Diamètre maximal en μ	27-38 (33)	38-50 (45)	52-65 (58)	54-76 (71)	74-86 (80)
Longneur de la queue en μ	59-74 (67)	43-54 (48)	42-50 (45)	43-49 (46)	38-49 (44)
Diamètre à l'anus en μ	19-23 (22)	29-32 (31)	39-45 (42)	46-56 (53)	51-63 (57)
Lq/da	2,8-3,4 (3,04)	1,4-1,7 (1,54)	1,0-1,2 (1,05)	0,8-1,1 (0,86)	0,7-0,8 (0,76)

F — **Longidorus globulicauda** n. sp. (fig. 10)

Ce *Longidorus* a été trouvé en grande quantité dans des échantillons de sol recueillis par G. CAUBEL aux environs de Rennes (Ille-et-Vilaine). On rencontrait simultanément des populations élevées de *L. vineacola* Sturhan et Weischer, 1964, comprenant tous les stades biologiques. Dans le cas de *L. globulicauda* n. sp., nous n'avons pas réussi à trouver de mâle en dépit de recherches intensives.

Source : MNHN, Paris

L. globulicauda n. sp. s'apparente à *L. attenuatus*, *L. elongatus* et *L. leptocephalus* Hooper, 1961, mais il s'en distingue soit morphologiquement soit biométriquement.

Données biométriques

Holotype femelle : L = 5,47 mm ; a = 99 ; b = 13,2 ; c = 88 ; V = 47,3 ; stylet = 135 µ ; odontostyle = 75 µ ; partie basale = 60 µ ; guide à 32 µ de l'apex ; Lq/da = 1,8.

Les dimensions et rapports des différents stades biologiques sont rassemblés dans le tableau VII.

TABLEAU VII

Caractéristiques biométriques de la population type de *L. globulicauda* n. sp. ; environs de Rennes

n = 10	L 1	L 2	L 3	L 4	Femelles (paratypes)
L en mm	1,00-1,25 (1,13)	1,61-1,93 (1,79)	2,26-3,17 (2,67)	3,50-4,23 (3,75)	5,00-5,70 (5,30)
a	48-65 (56,4)	54-69 (64,6)	64-85 (76,5)	82-109 (95,0)	90-117 (99,9)
b	4,3-5,8 (4,89)	5,9-7,3 (6,58)	6,8-10,1 (8,68)	10,2-12,2 (11,31)	12,7-14,9 (13,61)
c	20-28 (24,6)	30-37 (33,3)	42-51 (45,3)	53-73 (63,9)	78-92 (86,4)
V					45,0-50,7 (48,7)
Gonade antérieure en µ					350-430 (384)
Gonade postérieure en µ					318-413 (343)
Longuenr région œsophag. en µ	212-254 (232)	244-294 (272)	276-419 (316)	286-360 (333)	376-403 (290)
Bulbe en µ :					
— longueur	47-57 (53)	57-66 (61)	61-85 (70)	70-88 (79)	79-96 (90)
— largeur	10-14 (12)	12-17 (14)	15-17 (16)	16-20 (18)	15-23 (19)
Stylet en µ :					
— longueur totale	79-86 (83)	91-102 (97)	105-118 (111)	113-124 (120)	126-141 (135)
— odontostyle 1	46-50 (48)	51-57 (54)	60-66 (62)	66-72 (70)	72-80 (77)
— partie basale	33-37 (35)	36-48 (43)	45-52 (49)	45-57 (50)	54-60 (58)
Odontostyle II en µ	51-56 (54)	57-63 (60)	64-71 (69)	73-79 (77)	
Distance guide à apex en µ	16-19 (18)	20-23 (22)	23-26 (25)	26-28 (28)	29-32 (31)
Distance de l'bémizonide à l'apex en µ	61-63 (62) ? (n = 2)	123-130 (125) (n = 6)	124-151 (141) (n = 6)	158-198 (178) (n = 2)	162-174 (168) (n = 7)
Hémizonion à apex en µ	peu visible		185 environ	209 environ	211-223
Diamétre maximal en µ	19-24 (20)	23-33 (28)	28-42 (35)	32-46 (40)	46-60 (53)
Largenr de la corde en µ	7-8 (8)	8-12 (9)	8-15 (11)	10-14 (12)	15-19 (16)
Longueur de la qneue en µ	42-49 (46)	50-61 (54)	53-63 (58)	52-69 (59)	58-69 (61)
Diamètre à l'anns en µ	12-15 (14)	18-20 (19)	20-31 (24)	24-31 (27)	29-37 (34)
Lq/da	3,0-3,5 (3,27)	2,6-3,2 (2,88)	2,0-3,1 (2,47)	1,9-2,5 (2,21)	1,6-2,0 (1,82)

Source : MNHN, Paris

Description

Lorsque ce nématode est tué brusquement par un jet de fixateur chaud, il prend un habitus en forme de J ou d'un C très ouvert. La région céphalique est à peine marquée mais s'individualise nettement chez tous les individus, même aux faibles grossissements (× 100). Cependant l'expansion de cette partie du corps n'atteint pas une ampleur analogue à celle de *L. closelongatus* Stoyanov, 1964, ni encore moins à celle de *L. attenuatus* Hooper, 1961. Il n'y a pas à proprement parler de constriction, il s'agit plutôt d'une rupture de l'amincissement affectant l'avant de l'animal. Ce phénomène, qui intervient tardivement, forme chez ce *Longidorus* une zone céphalique plus réduite que celle qui est visible chez *L. attenuatus* ou même chez certaines populations de *L. elongatus* ; par contre le collum, c'est-à-dire l'allure générale de toute la région œsophagienne, est identique. Les amphides apparaissent comme un sac à deux lobes égaux.

La cuticule ne diffère en rien de celle des autres *Longidorus* déjà cités ; les lignes de pores se distinguent très difficilement. Seuls quatre pores ventraux et une demi-douzaine de pores latéraux se détachent dans la région œsophagienne. Ils disparaissent à l'observation normale dès que les cordes s'élargissent. Deux pores sont également présents, de façon nette, sur la queue. La plupart des caractères anatomiques n'apportent rien de particulier. Il y a un hémizonide et un hémizonion. Si l'odontostyle est bien prononcé, la partie basale est plus discrète. Le bulbe est normal.

Le seul fait intéressant réside dans l'étendue respective des deux gonades, l'antérieure paraissant plus développée. Sur la douzaine de femelles trouvées et examinées, 11 étaient dans ce cas. L'appareil génital n'offre pas de différenciation remarquable (fig. 10 B).

La queue est conique à tous les stades, son extrémité est assez largement arrondie sans atteindre toutefois une forme aussi ramassée que celle de *L. elongatus* ou de *L. closelongatus*. Le nom de « *globulicauda* » a été donné à ce nématode en raison de la structure interne de cette partie du corps. En effet, à ce niveau, les tissus hypodermiques des cordes se ramassent en petits corpuscules qui confèrent à la queue un aspect globuleux assez caractéristique ; toutefois, ce critère paraît assez subjectif et il est préférable de ne pas y attacher d'importance lors de l'identification. Il y a deux paires de pores caudaux bien visibles.

Le mâle est inconnu.

Diagnose

L. globulicauda est caractérisé par l'individualisation d'une petite zone céphalique, par sa silhouette générale, la forme de sa queue et ses dimensions. Il se distingue, ainsi que nous l'avons vu, des espèces les plus proches qui sont *L. elongatus, L. attenuatus* et *L. leptocephalus*.

Habitat type : Talus à ajoncs.

Localité type : Environs de Rennes (France).

Le matériel est déposé à la Station de Recherches sur les Nématodes d'Antibes (France) et à la collection de la Rothamsted Exp. Station, Harpenden (England), au Plant Protection Research Institute, Pretoria (South Africa), au Biologische Bundesanstalt Institute, Münster (Deutchland), et à la Citrus Experiment Station, University of Florida (U.S.A.).

G — **Longidorus juvenilis** n. sp. (fig. 9)

Ce *Longidorus* est assez répandu dans les sols alluviaux de l'Argens et de ses affluents qui traversent le département du Var vers l'Est. Il n'a pas été trouvé, jusqu'à présent, dans d'autres habitats. Sa taille n'est pas très grande et on pourrait presque l'assimiler à un petit *Longidorus elongatus*.

Source : MNHN, Paris

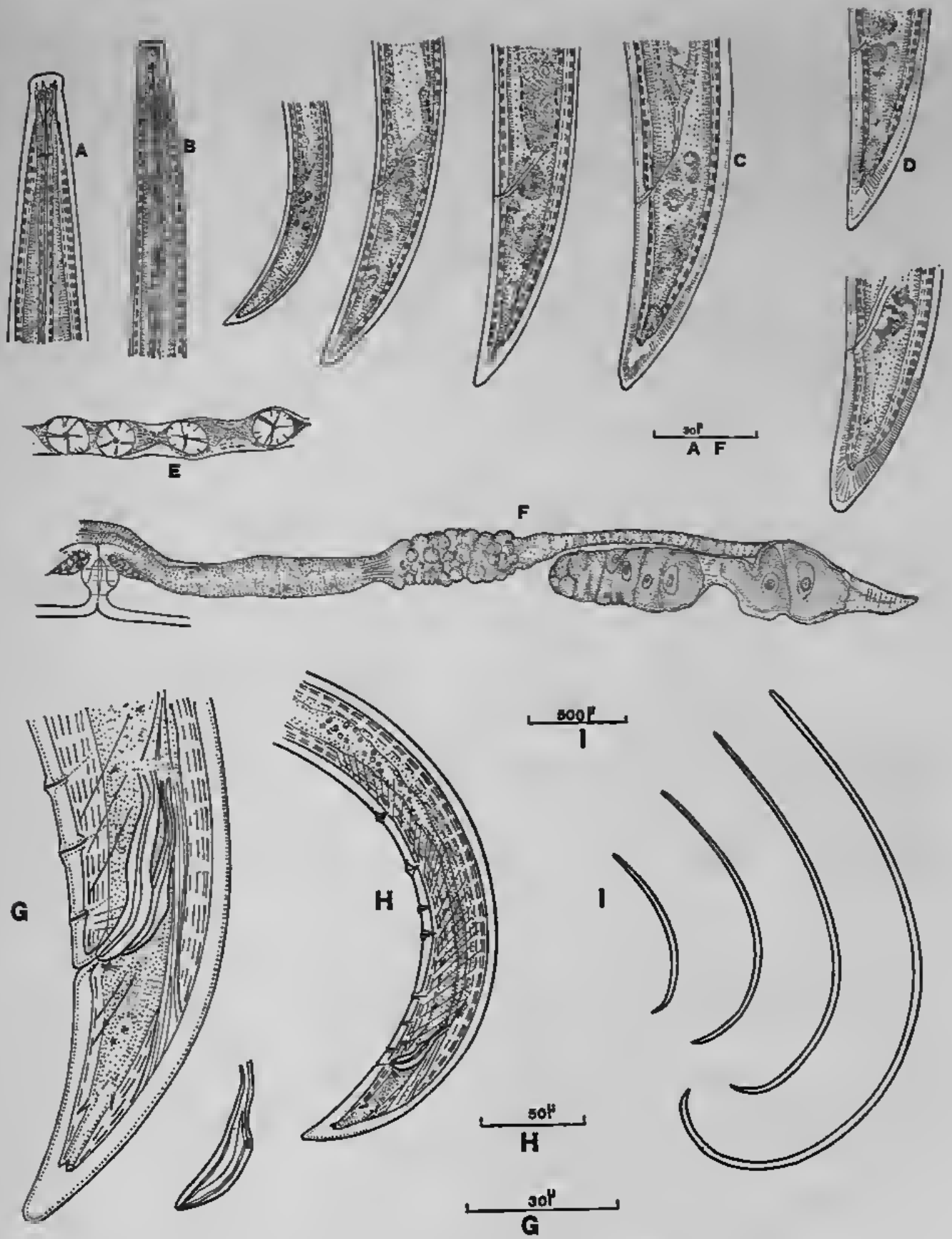


FIG. 9. — *Longidorus juvenilis* n. sp. A : Région antérieure de la femelle ; B : Région antérieure dn premier stade ; C : Evolution de la quene, stades I à IV et femelle ; D : Variations de l'extrémité caudale chez la femelle ; E : Aspect de la corde ; F : Gonade femelle ; G : Queue du mâle ; H : Partie postérieure du mâle et spicule ; I : Evolution de l'habitus au cours du développement.

Source : MNHN, Paris

Données biométriques

Holotype femelle : L = 3,37 mm ; a = 84 ; b = 10,2 ; c = 69 ; V = 48,2 ; stylet = 111 µ ; odontostyle = 67 µ ; partie basale = 44 µ ; guide à 23 µ de l'apex ; Lq/da = 2,0.

Allotype mâle : voir tableau VIII.

Les dimensions et rapports des différents stades biologiques sont rassemblés dans le tableau VIII

Description

L'anatomie et la morphologie générale sont celles d'un *Longidorus* type. L'habitus normal a la forme d'un J ou d'un C très ouvert. La région céphalique, qui est soulignée par une légère expansion, est assez grande ; on peut la comparer, en importance, à celle qui se rencontre chez certaines populations françaises de *L. elongatus*, le collum qui y fait suite est également comparable dans son ensemble à celui de cette espèce. Les amphides sont difficiles à discerner et formées selon toute apparence d'un seul lobe.

TABLEAU VIII

Caractéristiques biométriques de la population type de *L. juvenilis* n. sp. ; Fréjus (France)

	L 1 (n = 10)	L 2 (n = 10)	L 3, L 4 (n = 10)	Femelles paratypes (n = 10)	Mâles allotype (n = 1)
L en mm	0,97-1,13 (1,07)	1,40-1,80 (1,62)	2,02-2,60 (2,38)	2,80-3,61 (3,32)	3,32
a	61-71 (66,3)	61-75 (68,9)	65-82 (75,8)	76-90 (84,2)	79
b	4,6-5,6 (4,95)	5,9-7,7 (6,93)	8,1-10,2 (8,93)	9,8-11,9 (10,69)	9,9
c	22-27 (25,1)	28-34 (31,6)	39-50 (45,0)	51-78 (64,7)	65
V				46-50 (47,8)	
Gonades antérieures en µ				191-265 (237,8)	
Gonades postérieures en µ				180-297 (227,0)	
Longueur région œsophag. en µ	186-237 (195)	222-244 (232)	254-297 (267)	286-329 (311)	334
Bulbe en µ :					
— longuenr	44-53 (49)	45-57 (51)	59-67 (62)	68-75 (70)	72
— largeur	9-10 (10)	11-18 (12)	12-16 (14)	13-17 (16)	15
Stylet en µ :					
— longueur totale	72-79 (76)	80-87 (83)	94-102 (98)	106-121 (113)	112
— odontostyle I	41-44 (42)	45-49 (47)	51-59 (56)	64-68 (66)	67
— partie basale	29-35 (33)	34-40 (36)	38-45 (42)	40-54 (47)	45
Odontostyle II en µ	45-47 (46)	53-58 (55)	62-68 (64)		
Distance guide à apex en µ	14-16 (15)	16-18 (17)	18-20 (19)	20-24 (22)	24
Diamètre maximal en µ	15-17 (16)	21-26 (24)	28-37 (32)	33-40 (39)	42
Largeur de la corde en µ	5-6 (6)	8-8 (8)	7-10 (9)	10-14 (11)	10
Longueur de la queue en µ	41-45 (43)	47-54 (51)	49-60 (54)	45-55 (51)	51
Diamètre à l'anus en µ	11-12 (11)	14-16 (16)	18-24 (20)	19-25 (23)	29
Lq/da	3,7-4,1 (3,86)	3,1-3,6 (3,29)	2,3-3,2 (2,73)	1,8-2,9 (2,21)	1,8

Source : MNHN, Paris

La cuticule est normale, les pores sont petits et peu discernables. Ils n'apparaissent nettement que dans les cordes latérales où on les trouve en une file unique (fig. 9). L'aspect des cordes latérales est identique chez tous les spécimens de la population récoltée, il rappelle les chaînes que l'on trouve chez les *Discolaiminae*.

L'hémizonide et l'hémizonion sont présents mais peu visibles. Le tube digestif ne présente aucun caractère particulier ; de même l'appareil génital de la femelle est simple, sans différenciation spéciale. La queue des larves et des adultes est de type conique allongé, à extrémité arrondie ; deux paires de pores sont présents.

Le mâle, qui est rare, ne porte qu'un nombre réduit de suppléments : une paire adanale et une série ventromédiane de six éléments.

Enfin les limites entre le troisième et quatrième stades sont floues.

Diagnose

L. juvenilis se caractérise essentiellement par sa taille et la forme nettement conique allongée de sa queue. Il est plus petit que *L. attenuatus* et *L. leptocephalus*. *L. juvenilis* est comparable à un troisième stade de *L. elongatus*, dont il possède la silhouette et les dimensions. De plus, le mâle de *L. juvenilis* possède moins de suppléments que les espèces qui lui sont voisines.

Habitat type : Sols d'alluvions bordant les rivières dans le département du Var. Vignobles et vergers.

Localité type : Station d'Amélioration des Plantes Florales de Fréjus (I.N.R.A.), Var.

Le matériel est déposé à la Station de Recherches sur les Nématodes d'Antibes (France). Paratypes à la collection de la Rothamsted Exp. Station, Harpenden (England), au Plant Protection Research Institute, Pretoria (South Africa), au Biologische Bundesanstalt Institute, Münster (Deustchland), et à la Citrus Exp. Station, University of Florida (U.S.A.).

H — **Paralongidorus epimikis** n. sp. (fig. 10)

Holotype femelle : L = 10,10 mm ; a = 184 ; b = 16,2 ; c = 326 ; V = 44,7 ; stylet = 298 µ ; odontostyle = 216 µ ; partie basale = 82 µ (?) ; guide à 28 µ de l'apex ; Lq/da = 0,79.

Allotype mâle : L = 9,60 mm ; a = 188 ; b = 20,3 (?) ; c = 331 ; stylet = 300 µ ; odontostyle = 211 µ ; partie basale = 89 µ (?) ; guide à 31 µ de l'apex ; Lq/da = 0,83.

Les dimensions et rapports des différents stades biologiques sont donnés dans le tableau IX.

Description

Fixé, le nématode adopte une courbe large, souvent contrariée au montage. La partie postérieure du corps du mâle est plus incurvée ventralement que celle de la femelle. Le corps est cylindrique, très allongé, plus étroit aux deux extrémités, mais seule la partie antérieure s'amincit régulièrement de façon assez nette.

La cuticule est épaissie dans les régions œsophagienne et caudale, mais elle n'accuse pas de différence remarquable avec celle des autres espèces du même genre. La structure de la zone céphalique et labiale rappelle celle du *P. maximus*. On remarque en vue dorso-ventrale une profonde dépression isolant cette région. La largeur de cette espèce atteint à ce niveau 23 µ à 24 µ. Les amphides sont normales.

On trouve chez la femelle deux gonades peu différenciées anatomiquement, qui aboutissent à un vagin s'ouvrant par une vulve transverse. L'ovaire est situé dans la partie repliée de la gonade ; l'oviducte est simple, il présente une vaste *pars dilatata* chez les spécimens étudiés ; l'utérus est large, mais peu complexe (fig. 10).

La queue de la femelle est conique, largement arrondie et porte deux paires de papilles : une en position sub-ventrale et une en position sub-dorsale.

Source : MNHN, Paris

TABLEAU IX

Caractéristiques biométriques de la popnlation type de *P. epimikis* n. sp. ; Bouharoum (Algérie)

	L 1 (n = 2)	L 2 (n = 1)	L 3 (n = 3)	L 4 (n = 3)	Femelles paratypes (n = 4)	Mâle allotype (n = 1)
L en mm	1,87-2,01 (1,94)	3,00	4,31-4,56 (4,40)	7,24-8,74 (7,80)	9,92-10,49 (10,16)	9,60
a	75-91 (83)	77	95-105 (100,3)	143-182 (163,3)	184-211 (199,0)	188
b	4,2	5,4	?	11,0-13,9 (12,0)	13,7-16,2 (14,6)	?
c	38-40 (39)	83	123-138 (128,3)	213-243 (228,0)	309-350 (323,7)	331
V					44-46 (44,5)	
Longueur région œsophagienne en μ	446	547	?	630-672 (653)	714-740 (727)	?
Bulbe en μ :						
— longueur	72	82	90	103-112 (108)	108-114 (112)	108
— largeur	15	18	17	22-22 (22)	18-19 (18)	19
Odontostyle I en μ	119-124 (122)	140	155-165 (159)	182-189 (186)	205-216 (210)	211
Odontostyle II en μ	138-143 (141)	167	177-184 (181)	203-216 (211)		
Distance du gnide à l'apex en μ	20-21 (21)	22	24-25 (25)	27-29 (28)	24-31 (29)	31
Largeur labiale en μ	15-15 (15)	18	19-21 (20)	21-23 (22)	23-24 (23)	24
Diamètre maximal en μ	22-25 (24)	39	41-48 (44)	44-52 (48)	48-55 (51)	51
Longueur de la queue en μ	49-50 (50)	36	33-35 (34)	34-36 (35)	29-34 (32)	29
Diamètre à l'anus en μ	22-22 (22)	25	29-34 (32)	39-40 (40)	35-39 (38)	36
Lq/da	2,22-2,23 (2,22)	1,44	1,02-1,13 (1,06)	0,87-0,90 (0,89)	0,82-0,87 (0,84)	0,80

Chez les mâles on peut observer des spicules ayant une tongueur de 57 μ à 58 μ sur teur axe, accompagnés de pièces latérales bien visibles atteignant 18 μ environ. Ils possèdent une douzaine de supptéments ventraux médians, ainsi que des lignes de papilles supplémentaires bien visibles. La queue du mâle porte, en outre, deux paires de pores sub-dorsaux.

On ne constate pas de grandes variations dans ta morphologie de la queue au cours du développement à travers les différents stades tarvaires.

Diagnose

L'espèce la plus proche de *P. epimikis* n. sp. est *P. maximus* (Butchti, 1874) Siddiqi, 1964. *P. epimikis* n. sp. en diffère par un corps nettement plus élancé. En outre il est plus grand que ta plupart des autres espèces déjà décrites qui lui ressemblent, comme *P. paramaximus* Heyns, 1965 (6,38 - 7,55 mm), *P. capensis* Heyns, 1966 (7,24 - 8,78 mm). La structure de la région apicale et celle de la queue permettent d'ailleurs de le distinguer aisément de cette dernière espèce.

Source : MNHN, Paris

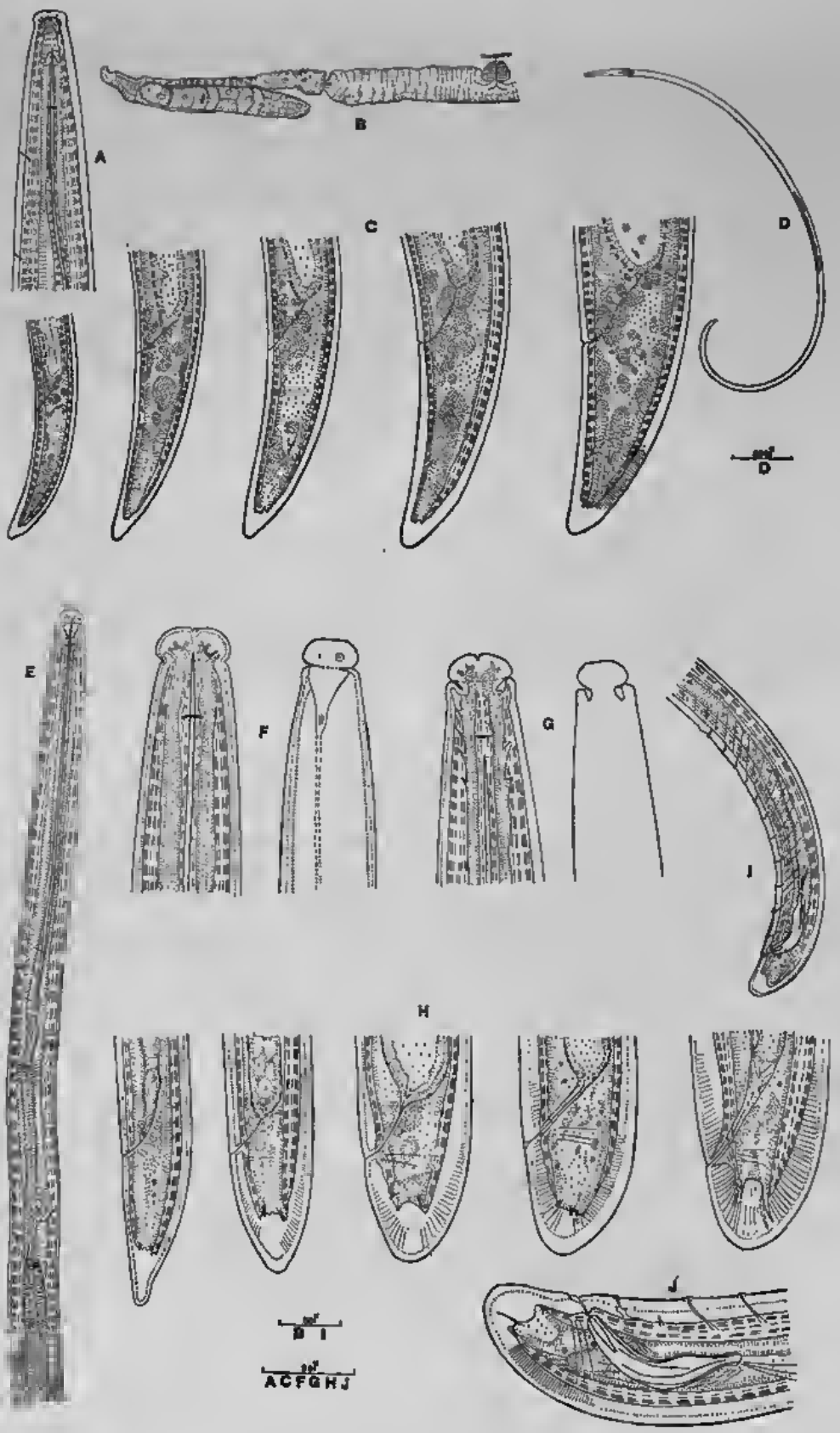


FIG. 10. — *Longidorus globulicauda* n. sp. A : Région antérieure ; B : Gonade femelle ; C : Evolution de la queue, stades I à IV et femelle ; D : Habitus.

Paralongidorus epimikis n. sp. E : Région antérieure ; F : Région céphalique de la femelle (vue latérale) ; G : Région céphalique du stade IV (vue dorsale) ; H : Evolution de la queue, stades I à IV et femelle ; I, J : Partie postérieure du mâle.

Source : MNHN, Paris

En bref, *P. epimikis* se range dans le groupe *P. maximus* reconnaissable à la morphologie de la région apicale séparée par une profonde dépression du reste du corps.

Habitat type : Sables viticoles du Sahel algérois.

Localité type : Bouharoum (République Algérienne).

Autres localités : Douera, et région des dunes de Chéragas (République Algérienne).

Le nom de *P. epimikis* donné à cette espèce est dû à la silhouette mince et longue de ce nématode ; en grec *epimikes* signifie allongé.

Le matériel est déposé à la Station de Recherches sur les Nématodes d'Antibes (France), à la Station Phytosanitaire d'Alger (République Algérienne), et au Plant Protection Research Institute, Pretoria (South Africa), où se trouve le mâle allotype.

REMERCIEMENTS

Que tous ceux, très nombreux, qui ont permis la réalisation de ce travail, soit par l'aide technique, soit par le matériel fourni, soit par les conseils qu'ils m'ont apportés, soient ici remerciés et assurés de ma gratitude. Il me faut cependant souligner les facilités qui ont été accordées par M. Beb Maamar Yahia, Directeur du C.N.R.A. d'Algérie, et M. Mezal Tahar, Directeur de la Station Phytosanitaire d'Alger, à A. Cuany (Nématologie, Antibes) qui a pu prospecter dans les vignobles de l'Algérois et collecter un matériel abondant. Un travail complémentaire, rapportant la répartition d'espèces appartenant au genre *Xiphinema* trouvées à cette occasion, est en cours d'impression à la Revue Phytosanitaire de la F.A.O.

RESUME

La première partie analyse les connaissances concernant la morphologie et l'anatomie, organe par organe, des *Xiphinema, Longidorus* et *Paralongidorus*. On y trouve des observations générales et un certain nombre d'apports qui constituent une introduction à l'étude taxonomique de ces nématodes.

Le second chapitre définit les principaux critères de genres et d'espèces et évalue leur importance relative. La notion de groupe qui y est introduite favorise le rapprochement d'espèces peu éloignées phylogéniquement tout en évitant les inconvénients d'une nouvelle nomenclature. Par ailleurs, si l'on veut tenir compte des différences fondamentales entre les *Xiphinema* d'une part et les *Longidorus* et *Paralongidorus* d'autre part, il sera nécessaire tôt ou tard de distinguer deux sous-familles : les *Xiphineminae* et les *Longidorinae*.

La dernière partie rassemble les descriptions de sept nouvelles espèces : un *Paralongidorus*, deux *Longidorus* et quatre *Xiphinema*, trouvées en France et en République Algérienne. Un large complément est en outre apporté à l'étude de *X. turcicum* Luc et Dalmasso, 1963.

SUMMARY

The first chapter gives a critical analysis of the existing knowledge of the anatomy and morphology of the different organs in *Xiphinema, Longidorus* and *Paralongidorus*. These observations form an essential introduction to the taxonomic study of these nematodes.

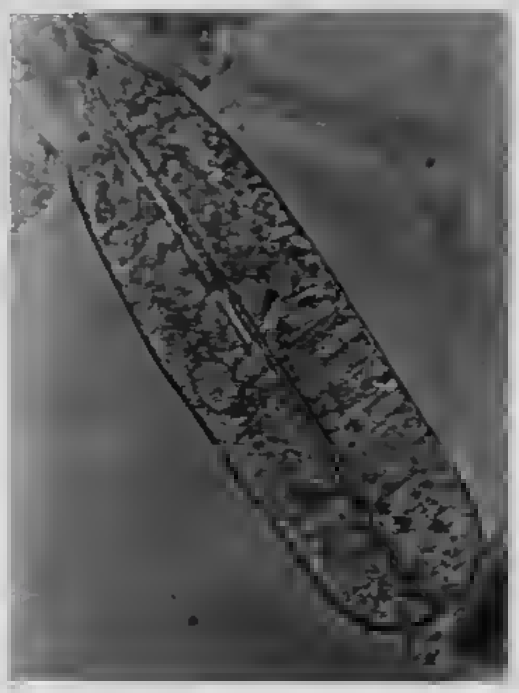
In the second chapter the generic and specific characters are defined and their relative importance evaluated. An attempt is made to reassemble phylogenetically related species, avoiding the inconvenience of new nomenclature. If one considers the fundamental differences between *Xiphinema* on the one hand and *Longidorus* and *Paralongidorus* on the other, it will sooner or later be necessary to distinguish two subfamilies, *Xiphineminae* and *Longidorinae*.

In the last part, descriptions are given of seven new species occuring in France and in Republic of Algeria. This includes one *Paralongidorus*, two *Longidorus* and four *Xiphinema* species. Additional information on *X. turcicum* Luc et Dalmasso, 1963, is given.

Source : MNHN, Paris

1

2



3

4

PLANCHE I.

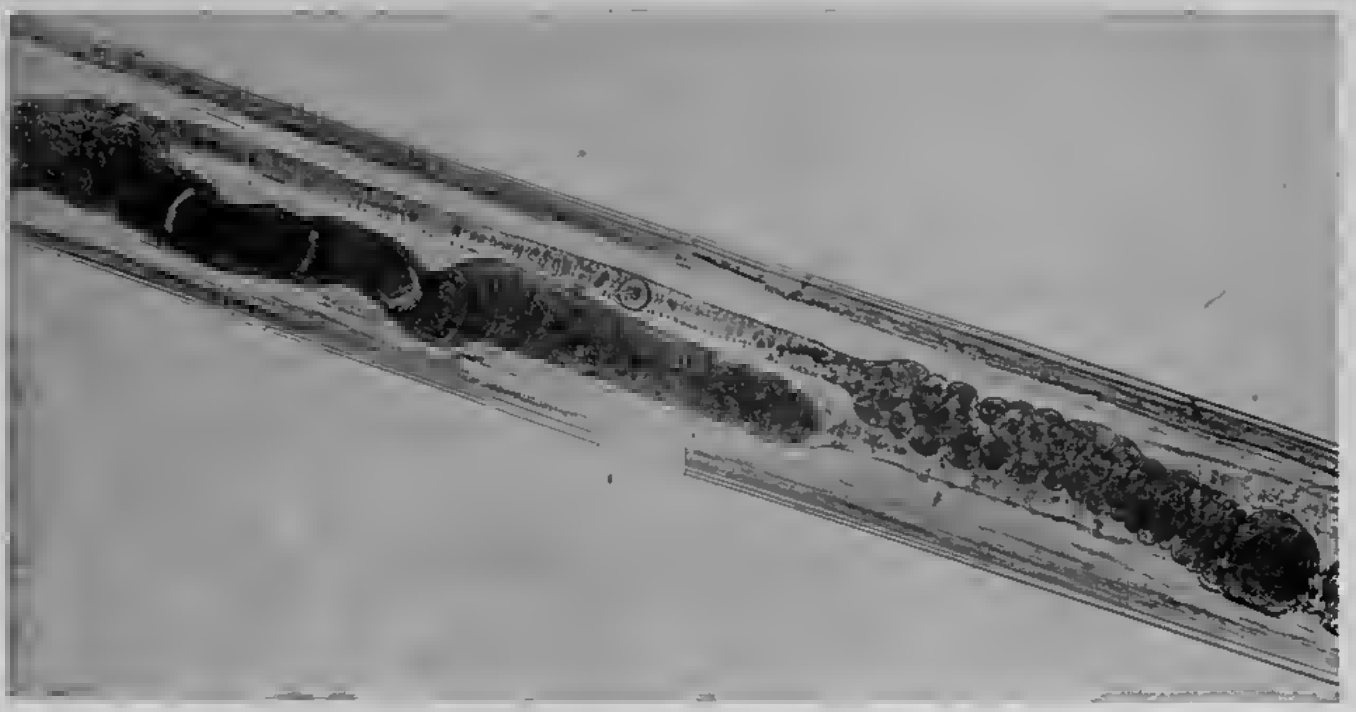
1 : Lobe hypodermique chez *X. index* (× 825).
2 : Femelle de *Xiphinema* possédant deux odontostyles (× 68).
3 : Bulbe musculo-glandulaire de *P. maximus* (× 800).
4 : Extrusion des spicules chez *X. diversicaudatum* (× 525).

PLANCHE II (*au verso*).

5 : Vue générale de la gonade femelle de *L. vineacola* (× 105).
6 : Vue de détail de la gonade femelle de *L. vineacola* (× 525).
7 : « Organe Z » chez *X. diversicaudatum* (10 éléments cellulaires environ) (× 1000).
8 : Ovaire et oviducte chez l'espèce méditerranéenne du groupe *X. americanum* (× 665).

Source : MNHN, Paris

5



6

7

8

Source : MNHN, Paris

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cobb, N. A., 1913. — New nematode genera found inhahiting freshwater and nonbrackish soils. *J. Wash. Acad. Sci., 3,* 432-444.

Coomans, A., 1963. — Stoma structure in members of the *Dorylaimina. Nemalologica, 9,* 587-601.

Coomans, A., & De Coninck, L., 1963. — Ohservations on spear formation in *Xiphinema. Nematologica, 9,* 85-96.

Coomans, A., 1964. — Structure of tbe female gonads in members of the *Dorylaimina. Nemalologica, 10,* 501-522.

Dalmasso, A., 1967. — Cas de femelle de *Xiphinema* avec deux odontostyles. *Nemalologica, 13,* 474.

Dalmasso, A., & Cuany, A., 1969. — Importance de la transmission par le sol de 1a « dégénérescence infectieuse » de la vigne dans l'Algérois. *Bull. Phytosanilaire de la F.A.O., 17,* 58-60.

Edward, J. C., Misra, S. L., & Singh, G. R., 1964. — *Longidorus pisi* n. sp. (Nematoda *Dorylaimidae*) associated with the rhyzosphere of *Pisum sativum* from Uttar Pradesh, India. *J. Appl. Entomol. & Zool., 8,* 4, 310-311.

Goodey, J. B., & *al.*, 1960. — A redescription of *Xiphinema diversicaudalum* (Micoletzky, 1923 & 1927) Thorne 1939, and ohservations on its larval stages. *Nematologica, 5,* 127-135.

Goodey, J. B., & Hooper, B. J., 1963. — The nerve rings of *Longidorus* and *Xiphinema. Nematologica, 9,* 303-304.

Goodey, T. Revised hy Goodey, J. B., 1963. — Soil and freshwater nematodes. 2e ed. Methuen, London. 544 p.

Heyns, J., 1965. — New species on the genera *Paralongidorus* and *Longidorus* (Nematoda *Dorylaimoidea*) from South Africa. *S. Afric. J. Agric. Sci., 8,* 863-874.

Heyns, J., 1965. — Four new species of the genus *Xiphinema* (Nematoda *Dorylaimoidea*) from South Africa. *Nematologica, 11,* 87-99.

Hooper, D. J., 1961. — A redescription of *Longidorus elongalus* (De Man 1876) Thorne & Swanger 1936 (Nematoda *Dorylaimoidea*) and description of five n. sp. of *Longidorus* from Great Britain. *Nemalologica, 6,* 237-257.

Hooper, D. J., 1965. — *Longidorus profundorum* n. sp. (Nematoda *Dorylaimoidea*). *Nematologica, 11,* 489-496.

Khan, E., 1964. — *Longidorus afzali* n. sp. and *Xiphinema arcum* n. sp. (Nematoda *Longidoridae*) from India. *Nemalologica, 10,* 313-318.

Lima, M. B., 1965. — A numerical approach to the *Xiphinema americanum* complex. *C. R. 8e Symp. Intern. Nématologie Antibes, 8-14 septembre,* p. 30.

Lordello, L. G., 1955. — *Xiphinema krugi* n. sp. (Nematoda *Dorylaimidae*) from Brazil with a key to the sp. of *Xiphinema. Proc. Helm. Soc. Wash., 22,* 1, 16-21.

Luc, M., 1961. — Structure de la gonade femelle chez quelques espèces du genre *Xiphinema* Cohb 1913 (Nematoda *Dorylaimoidea*). *Nematologica, 6,* 144-154.

Luc, M., & Tarjan, A. C., 1964. — Note systématique sur le genre *Xiphinema* Cohb 1913 (Nematoda *Dorylaimidae*). *Nematologica, 9,* 111-116.

Luc, M., Lima, M., Weischer, B., & Flegg, J. J. M., 1964. — *Xiphinema vuittenezi* n. sp. (*Nematoda Dorylaimidae*). *Nematologica, 10,* 151-163.

Luc, M., & Dalmasso, A., 1963. — Trois nouveaux *Xiphinema* associés à la vigne (Nematoda *Dorylaimidae*). *Nemalologica, 9,* 531-541.

Man, J. C., De, 1884. — Die frei in der reinen Erde und im süssen Wasser lehenden Nematoden nederlandischen Fauna. Eine systematische faunistische Monographie. Leiden, 206 *p.*

Martelli, G. P., Cohn, E., & Dalmasso, A., 1966. — A redescription of *Xiphinema italiae* Meyl 1953 and its relationship to *Xiphinema arenarium* Luc & Dalmasso 1963 and *Xiphinema conurum* Siddiqi 1964. *Nematologica, 12,* 183-194.

Merny, G., 1966. — Nématodes d'Afrique tropicale. Un nouveau *Paralylenchus* (*Criconemalidae*), deux nouveaux *Longidorus* et observation sur *Longidorus laevicapitatus* Williams 1950 (*Dorylaimidae*). *Nematologica, 12,* 385-396.

Meyl, A. H., 1953. — Beitrage zur Kenntnis der Nematoden Fauna vulkanisch erhitzer Biotope j mitt die terrikolen Nematoden im Bereish von Fumarolen auf des 1nsel Ischia. *Z. Morph. Okol. Tiere, 42,* 67-116.

Source : MNHN, Paris

Schuurmans Stekoven, J. H., 1951. — Nématodes saprozoaires et libres du Congo belge. *Mém. Inst. Royal Sci. Nat. Belge*, Bruxelles, 229 p.

Siddiqi, M. R., 1961. — On *Xiphinema opisthohysterum* n. sp. and *X. pratense* Loos 1949, two Dorylaimid nematodes attacking fruit trees in India. *Zeitschrift für Parasitenkunde, 20*, 5, 457-465.

Siddiqi, M. R., 1962. — *Longidorus tarjani* n. sp. found around oak roots in Florida. *Nematologica, 8*, 2, 152-157.

Siddiqi, M. R., 1963. — A new genus *Paralongidorus* (Nematoda *Dorylaimidae*) with description of two n. sp. and observations on *Paralongidorus citri* Siddiqi 1959, n. comb. *Nematologica, 9*, 7, 14.

Siddiqi, M. R., 1964. —*Xiphinema conurum* n. sp. and *Paralongidorus microlaimus*, with a key to the sp. of *Paralongidorus* (Nematoda *Longidoridae*). *Proc. Helm. soc. Wash., 31*, 2, 133-137.

Stoyanov, D., 1964. — A contribution to the nematodenfauna of the grape wine. *Rastin Zashita, 12*, 6, 16-24.

Sturhan, D. von, 1963. — Allometrische Untersuchungen an Longidoriden (Nematoda *Dorylaimoidea*). *Z. Morph. Okol. Tiere, 53*, 39-60.

Tarjan, A. C., 1964. — Two n. sp. american dagger nematodes (*Xiphinema, Dorylaimidae*) associated with citrus, with comments on the variability of *Xiphinema bakeri* Williams 1961. *Helm. Abstr., 31*, 1, 65-76.

Thorne, G., 1935. — Notes on free living and plant parasitic nematodes. *Proc. Helm. Soc. Wash., 2*, 96-98.

Thorne, G., 1939. — Monograph of the nematodes of the super-family *Dorylaimoidea. Capita Zoologica*, 8, 5, 261 *p.*

Thorne, G., & Allen, M. W., 1950. — *Paratylenchus hamatus* n. sp. and *Xiphinema index n. sp.*, two nematodes associated with fig roots, with a note on *Paratylenchus anceps* Cobb. *Proc. Helm. Soc. Wash., 17*, 1, 27-35.

Tomassone, R., 1963. — Applications des fonctions discriminantes à des problèmes biométriques. *Ann. Ecol. Nat. Eaux & Forêts*, XX, 4, 585-617.

Williams, J. R., 1959. — Studies on the nematode soil fauna of sugar cane fields in Mauritius. *Dorylaimidae* (*Dorylaimoidea, Enoplida*). *Mauritius Sugar Ind. Res. Inst. Occid. paper, 3*, 28 p.

Wright, K. A., 1965. — The histology of the oesophagal region of *Xiphinema index* Thorne & Allen 1950, as seen with electron microscope. *Canad. J. of Zool.*, 43, 5, 689-700.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Pierre André Impressions, 3, rue Leverrier, Paris (6e)
Dépôt légal : 4e trimestre 1969

Source : MNHN, Paris